PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2003-005102

(43) Date of publication of application: 08.01.2003

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

B81B 3/00

B81C 1/00

(21)Application number: 2002-031615

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing:

08.02.2002

(72)Inventor: ISHIZUYA TORU

AKAGAWA KEIICHI

(30)Priority

Priority number : 2001120440

Priority date: 19.04.2001

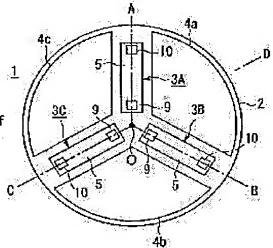
Priority country: JP

(54) THIN FILM ELASTIC STRUCTURE, METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME AND MIRROR DEVICE AND OPTICAL SWITCH USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve size reduction and mass-productivity while retaining an excellent optical characteristic.

SOLUTION: A mirror device is provided with a mirror 2 and a support mechanism which elastically supports the mirror 2 with respect to a base board 1 in a floating state and tiltably in an arbitrary direction. The support mechanism has three support parts 3A, 3B and 3C which mechanically connect the base board 1 and the mirror 2. Each of the support parts 3A, 3B and 3C has one or more leaf spring parts 5 which are composed of one or more layers of thin film. One end part of the leaf spring 5 is connected to the base board 1 via a leg part 9 having a rising part which rises from the base board 1. The other end part of the leaf spring 5 is mechanically connected to the mirror 2 via a connecting part having a rising part which rises from the other end part. The mirror 2 is supported with respect to the base board 1 only via the leaf spring part 5 of each of the support members 3A, 3B and 3C.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3724432

[Date of registration]

30.09.2005

[Number of appeal against examiner's decision of

特開2003-5102 (11)特許出版公開報号

(P2003-5102A)

ଛା
31
ed
×۱
ଞା
m
∞
E
ᇤ
8
平成154
#
~
藍
3
2
3
_

(51) Int.C.	中2002年	_	F-		127
G02B 28/	80,		G02B	26/08	E 2H041
B81B 3/00	00,		B 8 1 B	3/00	
B81C 1/	00,		B81C	1/00	

客変謝次 未謝次 謝求項の数30 OL (全 40 頁)

			the same of the sa
(21)出算条号	体国 2002—31615(P2002—31615)	(71)出域人 000004112	000004112
(22) 出版日	平成14年2月8日(2002.2.8)	李昭32(67)	株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号(70) 韓田参 514公 参
(31) 優先権主張番号 (32) 僅先日	(31) 優先權主張等号,韓國2001-120440(P2001-120440) (22) 每先月 平成13年4月19日(2001.4.19)	#1676 (71)	14年2日 東京都千代田区九の内3丁目2番3号 東会社にコン本社内
(33)優先權主張国	B本(JP)	(72)発明者	亦二 土 本本本人の町は十〇叶の丁田の年の日
		AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA	大大都に、大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大大
		(4) (4)	A 在四十五年
		F∌−∆(*	ドターム(事等) 24041 AA16 AB14 ACOG AZOZ AZO3 AZO3

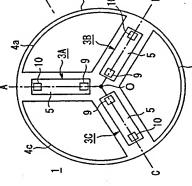
*

茶

神戦界性構造体及びその製造方法並びにこれを用いたミラーデバイス及び光スイッチ (54) [発明の名称]

【霖題】 優れた光学特性を保ちながら、小型化及び量 産性をより一層向上させる。

板1に接続される。板ばね部5の他端部は、当該他端部 2を基板1に対して基板1から浮いた状態にかつ任意の 方向に傾動可能に弾性支持する支持機構とを備える。支 特機構は、基板1とミラー2との間を機械的に接続する 上の板ばね部5を有する。板ばね部5の一端部は、基板 1から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して基 から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介して、ミ ラー2に機械的に接続される。ミラー2は、各3A,3 B, 3Cの板ばね部5を介してのみ、基板1に対して支 【解決手段】 ミラーデバイスは、ミラー2と、ミラー A, 3B, 3Cは、1層以上の薄膜で構成された1つ以 3つの支持部3A, 3B, 3Cを有する。各支持部3



|特許請求の範囲|

【請求項1】 基体と、ミラーと、該ミラーを前記基体 に対して前記基体から浮いた状態にかっ任意の方向に模 動可能に弾性支持する支持機構とを備え、供給される駆 動信号に応じた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体 に対して傾く、ラーデバイスであって、 前記支持機構は、前記基体と前記ミラーとの間を機械的 に接続する1つ以上の支持邸を有し、

前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成された1つ以上 の板ばね部を有し、

前記各支持部の前記1つ以上の板ばね部のうちの少なく とも1つの板ばね部の一緒部は、前記基体から立ち上が る立ち上がり部を持つ脚部を介して前記基体に模様的に

前記ミラーは、前記各支持部の前記1つ以上の板ばね部 を介してのみ、前記基体に対して支持されたことを特徴 とするミラーデバイス。 仮続され、

動可能に弾性支持する支持機構とを備え、供給される駆 【精求項2】 基体と、ミラーと、該ミラーを前記基体 に対して前記基体から浮いた状態にかっ任我の方向に傾 動信号に応じた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体 に対して放くミサーデスイスであって、

20

前記支持機構は、前記基体と前記ミラーとの間を機械的 に接続する1つ以上の支持部を有し、

前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成された複数の板 ばね部を有し、 前記各支持部の前記複数の板ばね部のうちの2つ以上の

前記各支持部の前記2つ以上の板ばね邸がなす機械的な 板ばね部は、互いに機械的に直列に接続され、

30 板部ケートの一緒部に由当する板はな時の一緒部は、世 記基体から立ち上がる立ち上がり節を持つ脚部を介して 前記基体に機械的に接続されたことを特徴とするミラー デバイス。

【請求項3】 前記ミラーは、前記各支持部の前記複数 の板ばね部を介してのみ、前記基体に対して支持された ことを特徴とする請求項2記載のミラーデバイス。

「請求項4】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと も1つの支持部において、前記即部が1層以上の薄膜で 構成されたことを特徴とする請求項2又は3記載のミラ

も1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね部がな **語形は、当該一緒部から立ち上がる立ち上がり部を持つ** 「請求項5】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと す機械的な接続ルートの他端部に相当する板ばね部の一 接続部を介して、前記ミラーに機械的に接続されたこと を特徴とする請求項2乃至4のいずれかに記載のミラー

部岡士の機械的な接続のうち、少なくとも一対の板ばね も1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね部の温 【請求項6】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと

特開2003-5102

8

部の福田国士の破技的な接続は、前記基体図の板はね部 接続されることにより行われたことを特徴とする諸求項 の猛部がこの猛部から立ち上がる立ち上がり部を持つ技 **祝部を介して前記ミラー国の板ばね部の猛部に被叛的に** 2 乃至5のいずれかに記載のミラーデバイス。 【請求項7】 前記接続部が1層以上の薄膜で構成され たことを特徴とする請求項5又は6記載のミラーデバイ

も1つの支持部において、一体部が前記時部を介して前 も前記野動信号が供給されていない状態において、前記 医体と反対側へ反ろことを特徴とする請求項2乃至7の 【講求項8】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと 記基体に機械的に接続された前記板ばね部は、少なくと いずれかに記載のミラーデバイス。

恒記2 0 以上の板ばね筒のうちの少なくとも1 0 0 板ば ね部は、少なくとも何記略動は号が供給されていない状 他において、前記基体図へ反ることを特徴とする請求項 【雑水項9】 自記少なくとも1つの支持部において、 8 铝積のミケーアスイス。

全体としてなす形状が、全体を同じ方向から見た側面視 であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から見た関面視 で、「く」の字状、「く」の字状の連枝形状又はジグザ **グ状であることを特徴とする請求項2乃至9のいずれか** とも1つの支持部において、他記2つ以上の板ばね部が 【諸求項10】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく に記載のミアーデバイス。

とも1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね即の 各々が、前記基体の面の法線方向から見た平面視で直線 【籍求項11】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 状に構成され、

見た匈面視で、「く」の字状又は「く」の字状の連枝形 **前記少なくとも100支枠部において、前記20以上の** 板ばね部が全体としてなす形状が、全体を同じ方向から 見た回面視であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から

前記少なくとも1つの支持部において、前記2つ以上の 板ばれ部における値記図面視で「く」の字状をなす各部 分が、前記基件の面の注録方向から見た平面視でそれぞ 伏であり、

れ一直級状をなすことを特徴とする請求項2乃至9のい ずれかに記載のミラーデバイス。

\$

た、一緒部が前記ミラーに複複的に接続された板ばね部 の当該一端部、及び、前記少なくとも1つの支持部にお ごれぎば20以上の板ばなぎがなす性がは固故の形状の 所り返し点部に相当する技式な部の建部が、他記基体の 面と略々平行となるように、前記2つ以上の板ばね部の 各々の反り方向及び長さが放定されたことを特徴とする 【別求項12】 前記少なくとも1つの支持部におい

とも1つの支持時において、再記2つ以上の仮ばれ時が 【精末項13】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 請求項10又は11記載のミラーデバイス。

の当該一端部とが、前記基体の面の法線方向から見た平 面視で、略々同じ位置に位置することを特徴とする請求 全体としてなす形状が、前記基体の面の法線方向から見 **た平面視で任意形状となる螺旋状であることを特徴とす** とも1つの支持部において、一端部が前記脚部を介して と、一端部が前記ミラーに機械的に接続された板ばね部 【請求項14】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく る請求項2乃至9のいずれかに記載のミラーデバイス。 前記基体に機械的に接続された板ばれ部の当該一端部 項2乃至13のいずれかに記載のミラーデバイス。

的に接続された板ばね部の当該一端部が、前記基体の面 と略々平行となるように、前記2つ以上の板ばね部の各 々の反り方向及び長さが設定されたことを特徴とする請 【請求項15】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく とも1つの支持部において、一端部が前記ミラーに機械 **水項2乃至14のいずれかに記載のミラーデバイス。**

ることを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載 【翻求項16】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく とも1つの支持部は、前記ミラーの前記基体側を支持す のミラーデバイス。

とも1つの支持部は、前記ミラーの頃から前記基体を見 た平面視で当該支持機構の少なくとも大部分が前記ミラ **一に隠れる位置に、配置されたことを特徴とする請求項** 【諸求項17】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 1 乃至16のいずれかに記載のミラーデバイス。

それぞれ支持することを特徴とする請求項1乃至17の 0° /Nの角度をなす前記ミラーのN個の箇所の付近を 【請求項18】 Nを3以上の整数として、前記1つ以 上の支持部の数がNであり、当該N園の支持部は、前記 ミラーの中心を中心とする所定半径の円上において36 いずれかに記載のミラーデバイス。

【請求項19】 前記1つ以上の支持部の数が1又は2 であり、当該1個又は2個の支持部の前記板ばね部の換 み及び捻れによって、前記ミラーが任意の方向に傾動可 能であることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか に記載のミラーデバイス。

な部は、当該板ばな部に前記駆動信号に応じた静電力を は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも1つの板ば 作用させるための電極部を有することを特徴とする請求 とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 【請求項20】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 項1乃至19のいずれかに記載のミラーデバイス。

とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも1つの板ぱ **右部は、当該板ばね部に前記駆動信号に応じた静電力を** 【請求項21】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 作用させるための気極部を有し、

ŝ 用されるかあるいは前記ミラーに設けられたことを特徴 前記少なくとも1つの板ばね部が有する前記配極部との 間に前記辞電力を生じさせる電極部が、前記ミラーと兼

とする請求項1乃至20のいずれかに記載のミラーデバ

ね部は、当該板ばね部に前記駆動信号に応じた静電力を 【請求項22】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 は前記複数の板ばね餌のうちの、少なくとも1つの板ば 作用させるための電極部を有し、

されるかあるいは前記基体に対して固定されたことを特 間に前記静電力を生じさせる電極部が、前記基体と兼用 **前記少なくとも1つの板ばね部が有する前記電極部との** 做とする請求項1万至21のいずれかに記載のミラーデ

は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも一対の板ば とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 【請求項23】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく **わ部は、蟷部同士が機械的に接続されて、互いに対向** 前記少なくとも一対の板ばね部は、当該板ばね部に前記 駆動信号に応じた静電力を作用させるためのជ極部をそ れぞれ有し、 前記少なくとも一対の板ばね節のうちの一方の板ばね節 の前記電福と前記少なくとも一対の板ばね部のうちの他 ちの核ばれ部の前記電極部との間に、前記駆動信号に応 じた静電力が作用することを特徴とする請求項1万至2 2のいずれかに記載のミラーデバイス。

とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも一対の板ば 【請求項24】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく ね部は、韓部国士が被核的に接続されて、互いに対向 信記少なくとも一対の板ばね部は、当数板ばれ部に前記 駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部をそ れぞれ有し、

30

坂状部が、柏記少なくとも一対の板ばれ部の互いに機械 的に接続された端部に対して機械的に接続されて、当該 一方の板ばね部と当該他方の板ばね部との間に介在じ、

一方の板ばね部の前記電極との間に前記駆動信号に応じ を、有することを特徴とする請求項1乃至23のいずれ **11記板状部が、前記少なくとも一対の板ばれ部のうちの と静電力を作用させるとともに、前記少なくとも一対の** 板げれ部のうちの他方の板ばれ部の前記ជ極部との間に 前記駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部 やい記載のミリーアベイス。 6

【請求項25】 前記ミラー及び前記支持機構を1個の **ペチとして当該素子を複数個有し、当該素子が1次元状** 又は2次元状に配列されたことを特徴とする請求項1乃 至24のいずれかに記載のミラーデバイス。 【請求項26】 1つ以上の光入力部から出射された光 を複数の光出力部のいずれかに入射させる光スイッチに

請求項1万至25のいずれかに記載のミラーデバイスを 前記1つ以上の光入力部から出射された光が、前記ミラ ーデバイスの前記ミラーで反射された後に、前記複数の 光出力部のいずれかに入射することを特徴とする光スイ 【請求項27】 1層以上の薄膜で構成された複数の板 ばね部を有し、前起複数の板ばねが全体として1つの弾 生体をなすように機械的に接続された薄膜弾性構造体で

値記複数の板ばね部のうちの少なくとも100板ばね部 の一端部は、基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ即 部を介して前記基体に機械的に接続され、

討記複数の板ばれ部のうちの少なくとも1つの板ばれ部 の一緒部は、当該一緒部から立ち上がる立ち上がり部を **砕つ接続部を介して、他の少なくとも1つの板ばね部の** - 福部に被抜的に接続され、

芦的複数の板圧な師のうちの少なくとも100板圧な時 並記複数の板ばね部のうちの少なくとも1つの板ばね部 が前記基体側に反ったことを特徴とする薄膜弾性構造 が前記基体と反対側に反り、

20

形状が、全体を同じ方向から見た側面視であるいは各部 分ごとに適宜の所定方向から見た関西視で、「く」の子 戌、「く」の字状の連続形状又はジグザグ状であること [請求項28] 前記複数の板ばね部が全体としてなす を特徴とする請求項27記載の薄膜弾性構造体。

形状となる螺旋状であることを特徴とする精求項27又 【請求項29】 前記複数の仮ばね部が全体としてなす 形状が、前記基体の面の法殺方向から見た平面視で任意 は28記載の薄膜弾性構造体。

30

【請求項30】 請求項27乃至29のいずれかに記載 の薄膜弾性構造体を製造する製造方法であって、

基体上に形成された犠牲層上に、前記複数の板ばね部の うちの少なくとも1つの板ばね邸となるべき1層以上の 蒋睒を形成する工程であって、当該薄膜の周囲の犠牲層 を除去した際に当該薄膜が反る条件で、当該薄膜を形成 前記犠牲層を除去する工程とを備えたことを特徴とする

Ç

[発明の詳細な説明]

0001

光スイッチに因するものである。この光スイッチは、例 のその製造方法並びにこれを用いたミラーデバイス及び えば、光通信装置や光伝送装置等で用いることができる [発明の属する技術分野] 本発明は、薄膜弾性構造体及

【従来の技術】近年の光通信技術の進展に伴い、光路を 切り換えるための光スイッチの重要性が高まっている。 [0002]

特別2003-5102

€

スイッチは、紅子式光スイッチに比べて、小型化や量産 て、挿入損失やクロストークなどの光学特性に優れてお り、本質的な基本特性に優れている。しかし、機械式光 ッチと低気光学効果等を利用した低子式光スイッチとが 光スイッチには、ミラー等の可動部を持つ複複式光スイ ある。根核式光スイッチは、瓜子式光スイッチに比べ 性の点で着しく劣るとされてきた。 【0003】ところが、近年のMEMS (Micro-Electr して集積度や量産性の向上を囚った機械式光スイッチが o-Mechanical System)技術の発達に伴い、これを利用 松案されるに至っている。

た基板と、基板の一辺に沿って配置されたM本の光入力 ナイベの出射光路と光出力用光ファイベの入射光路との 方向に直殺移動し得るように、2次元マトリクス状に基 **機械式光スイッチは、光路切り換えの原理として特公昭** 用光ファイバと、基板の前記一辺と直交する他の一辺に 沿って配置されたN本の光出力用光ファイバとから構成 交差点に対してそれぞれ進出及び退出可能に基板の法線 【0004】このようなMEMS技術を利用した従来の 56-36401号公報に関示されたものと阿様の原理 を採用し、光路に進出及び辺出可能に直殺移動し得るミ なわち、この光スイッチは、M×N頃のミラーを配置し されている。M×N個のミラーは、M本の光入力用光フ ラーを2次元マトリクス状に配置したものであった。す 反上に配置されている。

用光ファイパへ切り換えるために、2 次元マトリクス配 置されたM×N個のミラーが必要となり、ミラーの数が 前記従来の機械式光スイッチでは、MEMS技術を利用 しており、旧来の機械式スイッチに比べれば小型化や量 **産性が向上しているものの、必ずしも十分なものではな** は、M本の光入力用光ファイバからの光をN本の光出力 べからの光を1000本の光出力用光ファイベへ切り破 増大していた。例えば、1000本の光入力用光ファイ えようとすると、基板上に1000000個ものミラー [発明が解決しようとする課題] しかしながら、前述し を2次元マトリクス配置する必要がある。したがって、 CMEMS技術を利用した従来の機械式光スイッチで

【0006】本発明は、このような事情に置みてなされ ッチに比べて、小型化及び量産性をより一層向上させる 【0007】また、本発用は、このような光スイッチな どに適したミラーデバイス並びに辞棋弾性構造体及びそ たもので、ミラーを利用して光路を切り換えることによ り優れた光学特性を保ちながら、前述した従来の光スイ ことができる光スイッチを投供することを目的とする。 の製造方法を提供することを目的とする。

め、本発明の第1の悠Цによるミラーデバイスは、基体 【課題を解決するための手段】前記課題を解決するた [0008]

おいて

は、前記基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部を 介して前記基体に機械的に接続され、前記ミラーは、前 記各支持部の前記1つ以上の板ばね部を介してのみ、前 し、前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成された1つ 以上の板ばわ部を有し、前記各支特部の前記1つ以上の と、ミラーと、抜ミラーを前記基体に対して前記基体が ら降いた状態にかっ任意の方向に仮動可能に弾性支持す る支持機構とを備え、供給される駆動信号に応じた方向 及び掻き 虫で煎 記ミラーが 煎 記 基体に対して 傾く ミラー デバイスであって、前記支持機構は、前記基体と前記ミ 板ばな部のうちの少なヘッも100板はな部の一緒部 ラーとの間を機械的に接続する1つ以上の支持部を有 記基体に対して支持されたものである。

つの板ばね部の一端部が立ち上がり部を持つ脚部を介し ラーの高さ (ミラーと基板との間の距離) を稼ぐことが 【0009】この第1の態様によれば、ミラーを前記基 体に対して前記基体から浮いた状態にかつ任意の方向に 仮動可能に弾性支持する支持機構が、薄膜で構成された 板ばね部を利用した前述した構造を有しているので、構 **て簡単に製造することができる。そして、少なくとも1 ト 塩体に被核的に接続されているので、即即によった。** できる。このため、ミラーが比較的大きくても、ミラー 造が簡単となり、半導体製造工程の膜形成技術等を用い の傾き可能な角度を比較的大きくすることが可能とな

続されてもよい。この場合、少なくとも1つの板ばね部 この接続部によってもミラーの高さを稼ぐことがで なるとともに、わずかであっても当該接続即付近におい がり部を持つ接続部を介して、前記ミラーに機械的に接 きる。このため、ミラーが比較的大きくても、ミラーの 傾き可能な角度をより大きくすることができる。この第 の接続部)が薄膜で構成されているので、製造が容易と ても弾性変形の自由度を持つようになって、各部分同士 の機械的な接続箇所にかかる応力を低減することができ **つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい** て、前記脚部が1層以上の薄膜で構成されてもよい。こ の場合、即部が薄膜で構成されているので、製造が容易 となるとともに、わずかであっても即部付近においても **弾性変形の自由度を持つようになって、各部分同士の機 つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい** て、前記1つ以上の板ばね部のうちの少なくとも1つの 板げな部の一緒部は、当核一緒部から立ち上がる立ち上 の一緒部が当該一緒部から立ち上がる立ち上がり部を持 2の場合、前記接続部が1層以上の薄膜で構成されても よい。この場合、立ち上がり部を持つ接続部(ミラーと [0011] 第2に、前記第1の態様において、前記1 【0010】第1に、前記第1の態様において、前記1 城的な接続箇所にかかる応力を低減することができる。 **つ接続部を介してミラーに機械的に接続されているの**

て、一端部が前記脚部を介して前記基体に機械的に接続 のため、ミラーが比較的大きくても、ミラーの傾き可能 された前記板ばね部は、少なくとも前記歴動信号が供給 **の以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい** されていない状態において、前記基体と反対倒へ反って もよい。この場合、即部を介して基体に機械的に接続さ れた前記板ばね部が基体と反対図へ反っているので、こ の反りによってもミラーの高さを稼ぐにとができる。こ [0012] 第3に、哲記第1の版核において、世記1 な角度をより大きくすることができる。

て、前記1つ以上の板ばね部の各々は、前記基体の面の 法級方向から見た平面視で直線状又は曲線状に構成され つ以上の支持部のうちの少なくとも 1 つの支持部におい てもよい。このように、板ばね部は平面視で直線状及び [0013] 第4に、前記第1の旋接において、前記1 由級状のいずれに構成してもよい。 [0014] なお、前記第1の版様において、前述した 第1万至第4の事項は任意に組み合わせてもよい。

た複数の板ばれ部を有し、前記各支持部の前記複数の板 部がなす機械的な接続ルートの一端部に相当する板ばね 部の一幅部は、前記基体から立ち上がる立ち上がり部を は、基体と、ミラーと、該ミラーを前記基体に対して前 記基体から浮いた状態にかつ任意の方向に傾動可能に弾 生支持する支持機構とを備え、供給される駆動信号に応 じた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体に対して傾 くミラーデバイスであって、前記支持機構は、前記基体 と前記ミラーとの間を機械的に接続する1つ以上の支持 即を有し、前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成され **ずわ部のうちの2つ以上の板ばね部は、互いに機械的に** 直列に接続され、前記各支持部の前記2つ以上の板ばね 持つ脚部を介して前記基体に機械的に接続されたもので [0015] 本発明の第2の版様によるミラーデバイス

【0016】この第2の低様によれば、前記第1の態様 ば、支持部における2つ以上の板ばね部が互いに機械的 に直列に接続されているので、2つ以上の板ばねの端部 をなす構造が実現され、全体として各板ばねの特性を適 宜組み合わせた弾性支持特性を得ることができ、所望の **弾性支持特性を得るに際して設計の自由度が高まる。な** お、機械的に直列に接続された板ばね部に対して、適宜 と同様の利点が得られる。また、この第2の態様によれ 5.頃衣接続されて全体として1つの機械的な接続ルート 也の板ばれ部を機械的に並列に接続してもよい。 6

【0017】本発明の第3の態様によるミラーデバイス 1、前記第2の態様において、前記ミラーは、前記各支 持部の前記複数の板ばね部を介してのみ、前記基体に対 して支持されたものである。 [0018] この第3の態様によれば、ミラーが板ばね 部を介してのみ基体に対して支持されているので、板ば

ね部が介在したミラーと基体との間の機械的な接続ルー

20

ト以外に、ミラーを基体に対して支持する別頃の支持手 没が不要となり、好ましい。

は、前記第2又は第3の態様において、前記1つ以上の 友持部のうちの少なくとも1つの支持部において、前記 [0019] 本発明の第4の態様によるミラーデバイス **即部が1届以上の薄膜で構成されたものである。**

[0020] この第4の態様によれば、即部が薄膜で構 成されているので、製造が容易となるとともに、わずか であっても脚部付近においても弾性変形の自由度を持つ ようになって、各部分同士の機械的な接続協所にかかる **志力を低減することができる。**

2

[0021] 本発明の第5の態様によるミラーデバイス は、前記第2乃至第4のいずれかの悠禄において、前記 1 つ以上の支持部のうちの少なくとも 1 つの支持部にお トの他協部に相当する板ばね部の一緒部は、当該一緒部 から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介して、前 いて、前記2つ以上の板ばね部がなす機械的な接続ルー 記ミラーに機械的に接続されたものである。

の板ばね部の一緒部が当数一緒部から立ち上がる立ち上 【0022】この第5の態接によれば、少なくとも1つ がり部を持つ接続部を介してミラーに機械的に接続され ているので、この接続部によってもミラーの高さを疑ぐ ことができる。このため、ミラーが比較的大きくても、 ミラーの傾き可能な角度をより大きくすることができ

統のうち、少なくとも一対の板ばね筒の端部両士の機械 【0023】本発明の第6の態様によるミラーデバイス は、前記第2乃至第5のいずれかの個様において、前記 1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部にお いて、前記20以上の板ばね筒の路時回士の機械的な接 的な技能は、自己指称図の板はなぼの独容がいの雑智が ら立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介して前記さ ラー側の板ばね部の場部に機械的に接続されることによ り行われたものである。

200

の板ばね部の端部同士の機械的な接続が、基体側の板ば な部の猛笛がこの猛笛から立ち上がる立ち上がり部を持 接続されてることにより行われているので、この接続部 [0024] この第6の版版によれば、少なくとも一対 し接続部を介してミナー国の板ばれ部の猛部に機械的に め、ミラーが比較的大きくても、ミラーの掻き可能な角 によってもミラーの高さを稼ぐことができる。このた 度をより大きくすることができる。

【0025】本発明の筑1の態技によるミラーデバイス は、前記第5又は第6の態様において、前記接続部が1 層以上の薄膜で構成されたものである。

ても弾性変形の自由度を持つようになって、各部分同士 なるとともに、わずかであっても当該接続部付近におい 持つ接続部(ミラーとの接続部及び/又は板ばね部両士 の接続部)が薄膜で構成されているので、製造が容易と [0026] この第7の態様によれば、立ち上がり部を

特別2003-5102

9

の機械的な接続位所にかかる応力を低減することができ

は、前記第2乃至第7のいずれかの監接において、前記 1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部にお いて、一幅部が前記時部を介して前記基件に機械的に接 抗された前記板ばね部は、少なくとも前記駆動信号が供 **洽されていない状態において、前記基体と反対関へ反る** [0027] 本発用の第8の監接によるミラーデバイス しのである。

反っているので、この反りによってもミラーの高さを稼 【0028】この第8の危投によれば、即部を介して基 5、ミラーの傾き可能な角度をより大きくすることがで 体に機械的に接続された前記板ばね部が基体と反対例へ ぐことができる。このため、ミラーが比較的大きくて

とも1つの板ばれ部は、少なくとも前部階製信号が供給 されていない状態において、前記基体個へ反ろものであ は、前記第8の態様において、前記少なくとも1つの支 [0029] 本発明の第9の態様によるミラーデバイス **栫部において、柏記2つ以上の板置ね筒のうちの少なく**

[0030] 前記第8の整様では、即部を介して基体に 機械的に接続された前記板ばね部が基体と反対関へ反う ているので、例えば、この板ばね部に直列に接続された **仮ばれ部の場部が基体の面に対して大きく傾くことにな** る。この場合、当該板ばね部の端部とミラーとの機械的 な彼統箇所にかかる応力が増大し、好ましくない。 これ に対し、少なくとも1つの板ばね部が基体個へ反ってい れば、ミラーと接続されるべき板ばね部の塩部を基体の 面と平行又はこれに近ろけることができ、前辺応力を既 他の板ばね部の全てがが反っていないかあるいは基体と 反対側に反っているとすれば、ミラーと接続されるべき 減することができる。

スは、前記第2万里第9のいずれかの位様において、前 記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部に おいて、何記2つ以上の板ばねばが全体としてな十形状 が、全体を同じ方向から見た関西視であるいは各部分ご 【0031】本発明の第10の態故によるミラーデバイ とに適宜の所定方向から見た傾回説で、「く」の字状、

グラフの知き構造が実現され、各部分同士の規模的な接 [0032] この知10の数技によれば、いわばパンタ 院協所にかかる応力を庇城することができる。

「く」の字状の連校形状又はジグザグ状であるものであ

面の法線方向から見た平面視で直線状に構成され、前記 おいて、前記2つ以上の板ばね筒の各々が、前記基体の [0033] 本発用の第11の危険によるミラーデバイ スは、前記第2乃至第9のいずれかの値様において、前 記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部に 少なくとも1つの支持部において、前記2つ以上の板ば

8

お邸が全体としてなす形状が、全体を同じ方向から見た 園面視であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から見た 園面視で、「く」の字状又は「く」の字状の道結形状で あり、前辺少なくとも1つの支持部において、前記2つ 以上の版ばね邸における前認図面視で「く」の字状をな す各部分が、前記基体の面の法線方向から見た平面視で それぞれ一直線状をなすものである。

【0034】この第11の態様は、前記第10の態様に よる構造を、平面視で直線状の板ばね部を用いて実現す

る場合の一例を挙げたものである。 [0035]本発明の第12の態様によるミラーデバイスは、前記第10又は第11の態様において、前記かなくとも1つの支持師において、一端部が前記ミラーに機体的に接続された近ばお部の当核一端部、及び、前記少なくとも1つの支持部において前記2つ以上の仮ばれ部がなすがに前記の高級の形状の所り返し点部に相当する版目お認の端部が、前記基体の面と稀々平行となるように、前記2つ以上の板ばれ部の各々の反り方向及び長きが設定されたらのである。

[0036]この第12の態様のように2つ以上の板げ お師の各々の反り方向及び長さを設定すると、各部分両 土の機械的な接続箇所にかかる応力をより低減すること [0037] 本発用の第13の態様によるミラーデバイスは、前記第2乃至第9のいずれかの態様において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね部が全体としてなす形状が、前記基体の面の注線方向から見た平面視で任意形状となる駆旋状であるものである。この第13の態様は、機械的に面列に接続された板ばね部がなす全体形状の一向を挙げたものである。

(0038) 本発明の第14の態様によるミラーデバイスは、前記第2万至第13のいずれかの態様において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部において、一端部が前記即即を介して前記基件に機械的に接続された板ば和部の当城一端部と、一端部が前記。ラーに機械的に接続された板ば和部の当城一端部と、一端部が前記。前記基件の面の注線方向から見た平面視で、路々同じ位置に合置するものである。

[0039]前記第14の態様によれば、機械的に近列に接続された2つ以上の版式お部がなす機械的な接続ルートの一端路と他端部とが平面視で略同じ位置に位置するので、各部分同士の機械的な接続極所にかかる応力をより低減することができる。

【0040】本発用の第15の修綵によるミラーデバイスは、前記第2万里第14のいずれかの修綵において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部において、一端部が前記ミラーに機械的に接続された核ばおいて、一端部が、前記基件の面と略々平行となるように、前記2つ以上の核ばね部の各々の反り方向及び

長さが設定されたものである。

(0041)この第15の態様によれば、一種部が問記ミラーに複雑のに接続された板ばれ部の当該一種部が耐部基件の面と略々平行となるので、当該板はね部の経際とミラーとの機械的な後続箇所にかかる応力を低減することができる。

[0042] 本発用の第16の態様によるミラーデバイメは、前記第1乃至第15のいずれかの態様において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部は、前記5ラーの前記法体図を支持するものである。

「0043」この第16の能様によれば、支持部がミラーの基本図を支持するので、構造が簡単となるとともに、ミラーの高さを殺ぐことができる。もっとも、前記第1万五第1万の態様では、支持部がミラーの基本と反対図を支持してもよい。この場合、支持部はミラーを吊り状態で支持することになる。

【0044】本発明の第17の態様によるミラーデバイスは、前記第1乃至第16のいずれかの態様において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部は、前記ミラーの関から前記基本を見た平面視で当該支持機構の少なくとも大部分が前記ミラーに隠れる位置に、配置されたものである。

20

[0045] この第17の監督によれば、平面視で支持機構の大部分がミラーに隠れる位置に配置されているので、支持機構及びミラーが占める基体上の面積を低減することができ、当該ミラーデバイスの小型化を図ることができる。特に、後述する第20の態様のようにミラー及び支持機構からなる素子を複数値1次元状式は2次元状に配列する場合には、それちの素子の集積度を高めることができ、当該ミラーデバイスをより小型化することによった。当該ミラーデバイスをより小型化することに

【0046】本発用の第18の態様によるミラーデバイスは、前記第1乃五第17のいずれかの態様において、Nを3以上の整数として、前記1つ以上の支持部の数がNであり、当該N園の支持部は、前記ミラーの中心を中心とする所定半径の円上において360。/Nの角度をかけ前記ミラーのN園の箇所の付近をそれぞれ支持する。

[0047]この第18の旅録のように支持部の数を3 以上としてそれらによるミラーの支持箇所を設定する と、ミラーをより安定して任意の方向に模動可能に支持 することができ、好ましい。

40

【の048】本発用の第19の階様によるミラーデバイスは、前記第1万至第17のいずれかの膨接において、前記1つ以上の支持部の数が1又は2であり、当該1億又は2億の支持部の前記板ばね即の投み及び捻れによって、前記ミラーが任意の方向に模動可能であるものでき

【0049】この第19の態様によれば、支持部の数が 少ないので、構造がより簡単となる。

[0050] 前記第1万至第19のいずわかの臨ばにおいて、前記ミラーは、例えば、前記写動信号により生する静電力、超気力又はローレンツ力によって駆動されてもよい。また、他の駆動方式を採用してもよい。例えば、異なる敵災係数を有する異なる物質の互いに重なった。このののの、動物系に、と本数を利用1

ちよい。また、他の契約万人を採用してもよい。別ス は、別なる形張保数を有する男なるめ質の互いに重なったがくとも2つの層の、熱部張による変形を利用した 駆動方式を採用してもよい。この場合、例えば、光の数 収や電気抵抗部への通信などによって、網路底形のため の熱を与えることができ、原料光量や通信量を駆動信号 として用いることができる。

[0051] 本発明の第20の格様によるミラーデバイスは、前記第1乃至第19のいずれかの格様において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部において、前記1つ以上の板ば和部又は前記複数の板ば和部のうちの、少なくとも1つの板ば和部は、当様板ば和部に前記型敷積分に広に存储れてとも1つの板ば和部は、当様板では無額に前記型敷積分に広に存储れてからのある。

【のの52】この第20の態様によれば、ミラーを駆動する駆動力として、板ばね部に作用する静電力を用いることができる。

[0053] 本発用の第21の態族によるミラーデバイスは、前記第1乃至第20のいずれかの態域において、前記1つ以上の支持節のうちの少なくとも1つの支持節において、前記1つ以上の反ばね節又は前記質数の後において、前記1つ以上の反ばね節は、当該板に有部に前型駆動信号に応じた静乱力を作用させるための間に確認を有し、前記少なくとも1つの度は記述すする前記を確しとの間に前記静型力をよら1つを反抗的部分するが記述によって表現にあるいは前記ミラーに続けられたものである。

【のの54】この第21の悠保によれば、ミラーを駆動する駆動力として、仮ばわ師とミラーとの間に作用する静低力を用いることができる。

[0055]本発明の第22の態様によるミラーデバイスは、前記第1万至第21のいずれかの監模において、前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部において、前記1つ以上の版ばわ部又は前記貨数の版ば 和部に向記契約信号によりつの版ば和部は、当該版だ 和部に向記契約信号になった。 1つの版ば和部は、当該版が和部に向記契約信号になった。 1つの版ば和部は有さる 前記の後にの国に前記算に対を上にさせる延振が、前記集とと無用されるかあるいは前記基件に対して国定が記載します。

【のの56】この第22の節様によれば、ミラーを駆動する駆動力として、仮ばね部と基体等との間に作用する 静電力を用いることができる。

[0057] 本現明の第23の態様によるミラーデバイスは、前記第1乃至第22のいずれかの態様において、前記1つ以上の支持篇のうちの少なくとも1つの支持部において、前21つ以上の板ばね篇又は前記複数の板ば

お師のうちの、少なくとも一分の気はおぼは、違認向士が環境的に後肢されて、互いに対向し、前記少なくとも一分の気はおぼは、当該気はお話に前辺緊急信号に応じた静心力を作用させるための電路をそれぞれ有し、前辺がなくとも一対の板はお照のうちの一方の気はおぼのの数はお照のも辺をなくとも一対の板はおぼのうちの一方の板はおぼのとの数はおぼのも辺へにとして対の板は高いうちの地方の板はお照の前辺へにもしがある。

[0058]にの第23の協様によれば、ミラーを駆動する駆動力として、板ばね部間に作用する静丸力を用いることができる。

な等のうちの、少なくとも一対の仮ばな符は、語等回士 が機械的に接続されて、互いに対向し、前部少なくとも 一対の板ばね部は、当該板ばね部に前記取動信号に応じ た静電力を作用させるための電極部をそれぞれ有し、板 状部が、前記少なくとも一対の仮ばればの互いに機械的 に接続された端部に対して機械的に接続されて、当該一 方の板ばね部と当該他方の板ばね部との間に介在し、前 方の核ばね部の前記を極との同に前記取動信号に応じた 卧電力を作用させるとともに、前記少なくとも一対の板 ばね部のうちの他方の板ばね部の前記
極端との間に前 前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 において、前記1つ以上の板ばね部又は前記複数の板ば 記板状部が、値記少なくとも一対の板ばれ部のうちの一 [0059] 本発明の第24の態体によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第23のいずれかの悠珠において、 記駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部 を、有するものである。

20

[0060] この第24の酸様によれば、板ばね部間に 30 作用する静電力を用いることができ、しかも、板状部を 介在させることにより、対向する一対の板ばお部にそれ

ぞれ作用する静電力を高めることができる。 [0061] 本発明の第25の態様によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第24のいずれかの態様において、 前記ミラー及び前記支持機構を1個の業子として当ば業 子を復数員有し、当該案子が1次元状又は2次元状に配 列されたものである。 【0062】この第25の略様によれば、複数の光信号 又は光ビームをそれぞれ独立して所望の方向に所望の音 だけ頃向させることができる。

[0063] 本免用の第26の応ばによる光スイッチは、1つ以上の光入力部から田料された光を複数の光出力節のいずれかに入料させる光スイッチにおいて、耐湿第1万至第25のいずれかの態保によるミラーデバイスを含み、耐湿1つ以上の光入節から田料された光が、発音が、耐湿1つ以上の光入節から田料された光が、

辺茂数の光出力応のいずれかに入材するものである。 【0064】この第26の旋転によれば、前辺第1万至 第25のいずれかの節載によるミラーデバイスが用いら れているので、入力光點と同数のミラーで多くの出力光

S

S

路に切り換えることができ、例えば、1000回のミラ 一で1000個の入力光路を1000個の出力光路に切 り換えることができる。したがって、前記第21の飯様 によれば、ミラーの数が少なくてすむため、前述した従 て、小型化及び量産性が大幅に向上する。勿論、ミラー を利用して光路を切り換えるので、低子式光スイッチに 来のMEMS技術を利用した機械式光スイッチに比べ

に接続され、前記複数の板ばね部のうちの少なくとも1 [0065] 本発明の第27の態様による薄膜弾性構造 一端部は、基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部 **した、他の少なへとも100板ばね部の一緒部に被核的** つの板ばね部が前記基体と反対側に反り、前記複数の板 ばね部のうちの少なくとも1つの板ばね部が前記基体則 体は、1層以上の薄膜で構成された複数の板ばね部を有 し、前記複数の板ばねが全体として1つの弾性体をなす ように機械的に接続された薄膜弾性構造体であって、前 記複数の板ばね部のうちの少なくとも100板ばね部の を介して前記基体に機械的に接続され、前記複数の板ば **右部のうちの少なへかも10の放ばれ部の一路時は、辿** 該一端部から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介 に反ったものである。

[0066] 本発明の第28の態様による薄膜弾性構造 体は、前記第27の態様において、前記複数の板ばね部 が全体としてなす形状が、全体を同じ方向から見た側面 視であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から見た側面 **祝で、「く」の字状、「く」の字状の連続形状又はジグ** ザグ状であるものである。 【0067】本発明の第29の態様による薄膜弾性構造 体は、前記第27又は第28の態様において、前記複数 の板ばれ部が全体としてなす形状が、前記基体の面の法 級方向から見た平面視で任意形状となる螺旋状であるも

れるものではなく、他の種々のMEMSにおいて用いる 性構造体は、前述した本発明によるミラーデバイスに好 適に用いることができる。もっとも、前記第27乃至筑 【0068】前記第27乃至第29の態様による薄膜弾 29の態様による薄膜弾性構造体の用途はこれに限定さ ことができる。

前記第27万至第29のいずれかの態様による薄膜弾性 構造体を製造する製造方法であって、基体上に形成され た犠牲層上に、前記複数の板ばね部のうちの少なくとも 1 つの板ばね部となるべき 1 層以上の薄膜を形成する工 程であって、当該薄膜の周囲の犠牲層を除去した際に当 該滓膜が反る条件で、当該滓膜を形成する工程と、前記 [0069] 本発明の第30の態様による製造方法は、 犠牲層を除去する工程とを備えたものである。

20 部を容易に作製することができ、ひいては前記第27乃 【0070】この第30の態様によれば、反った板ばね

至第29の態様による薄膜弾性構造体を容易に製造する

[発明の実施の形態] 以下、本発明による薄膜弾性構造 **本及びその製造方法並びにこれを用いたミラーデバイヌ** 及び光スイッチについて、図面を参照して説明する。

[0072] [第1の実施の形態]

比べて、挿入損失やクロストークなどの光学特性に優れ

O-B級に沿った概略所画図及び図1中のO-C級に沿 **った類略断面図は、図2と同様となる。なお、以下の説** ミラーデバイスの単位素子を模式的に示す類略平面図で ある。図1において、本来破線(図れ線)となるべき線 いても同様である。図2は、図1中のO-A線に沿った 既略勝面図である。図3は、図1中の0一口級に沿った 既略断面図である。図面には示していないが、図1中の 【0073】図1は、本発明の第1の実施の形態による も実級で示している。この点は、後述する各平面図につ 明において、上下は、図2に従うものとする。

に対して傾くように構成されている。なお、本実施の形 もっとも、基板1が導電性を有する場合には、その上面 [0074] 本実施の形態によるミラーデバイスは、基 体としてのSi 基板やガラス基板等の基板1 (その面は 2を基板1に対して基板1から浮いた状態かつ任意方向 に仮動可能に弾性支持する支持機構とを備え、供給され 図1中の紙面と平行である。) と、ミラー2と、ミラー る駆動信号に応じた方向及び傾き量でミラー2が基板1 **値では、基板1は電気的な絶縁性を有するものとする。** に絶縁膜を形成しておけばよい。

して軽量化を図ることができる。立ち下がり部26に代 えて立ち上がりを形成しても同様である。もっとも、本 発明では、立ち下がり部2トや立ち上がりを必ずしも形 の2層以上の膜で構成してもよい。さらに、ミラー2の 国に強って立ち下がり部2もが形成されている。図1中 のOはミラー2の中心を示している。この立ち下がり部 2 bによって円板卸2 aの強度が補強されるので、円板 **或する必要はない。また、ミラー2の材料もA1膜に限** 定されるものではなく他の材料でもよいし、異なる材料 形状は円形に限定されるものではなく、例えば、矩形と [0075] 本実施の形態では、ミラー2は、1層のA 1 膜で円板状に構成され、その平板状の円板部2aの全 部2aの平坦性を確保しつつ、円板部2aの厚みを導く

を傾動させるための駆動力として静電力を加える可動回 に独立して、後述する基板1上の電極4a, 4b, 4c [0076] 本実施の形態では、ミラー2は、ミラー2 2を下回の絶縁膜(SiN膜等)と上側のA1膜とで構 **式したような場合には、その下面に3つのជ極を、互い** の共通電極を兼用している。もっとも、例えば、ミラー とそれぞれ対向するように形成してもよい。

ぞれが基板1とミラー2との間を機械的に接続する3つ [0077] 本実施の形態では、前記支持機構は、それ

これらの 友持部3A~3Cは同じ構造を有しているので、ここで の支持部3A, 3B, 3Cで構成されている。 は、支持師3Aについてのみ説明する。

に構成されている。また、板ばね部5は、図2に示すよ うに、少なくとも前記駆動信号が供給されていない状態 いる。板ばね部5は、下側のSiN膜6と上側のA1膜 即5の材料や層数はこれに限定されるものではなく、層 ように、基板1の面の法線方向から見た平面視で直線状 を示している。板ばね部5は必ずしも上方に反る必要は **【0078】支持部3Aは、1つの板ばね部5を有して** 7とが積層された2層の薄膜で構成されている。板ばわ 数は1つ以上であればよい。板ばね邸5は、図1に示す 2、図2及び図3は、駆動信号が供給されていない状態 ないが、本実施の形態のように板ばね部5が上方に反っ ていると、ミラー2の高さを稼ぐことができ、好まし において、上方(基板1と反対側)に反っている。な

2

[0079] 図1及び図2に示すように、仮ばね部5の ターン8 (図1では図示省略)を介して基板1から立ち 上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して、基板1に機 仮ばね部5を構成するSiN膜6及びA1膜7がその主 ま延びることによって構成されている。AI膜7は、塩 掻として兼用されたミラー2を配袋パターン8に電気的 N膜6に形成された周口を介して配扱パターン8に加気 均に接続されている。なお、本実施の形態では、各支持 - 猛部は、基板1上に形成されたA1膜からなる配線パ に接続する配線としても兼用され、即即9においてSi 部3A~3Cの配扱パターン8は角気的に共通に接続さ 成的に接続されている。本実施の形態では、即部9は、 れている。

【0080】また、図1及び図2に示すように、板ばね **町5の他端部は、当該他端部から立ち上がる立ち上がり** 関)に機械的に接続されている。本実施の形態では、接 脱部10は、ミラー2を構成するA1膜がそのまま延び ることにより構成されている。したがって、電極を兼用 するミラー2は、接続部10→板ばね部5のA1膜7→ **均部9のA1膜7の経路で、配線パターン8にជ気的に** 度続されている。なお、接続即10をミラー2とは別の 部を持つ接続部10を介して、ミラー2の下回(基板1 材料で構成してもよいことは、貫うまでもない。

[0081] 以上の説明からわかるように、本実施の形 個では、ミラー2は、各支持部3A~3Cの板ばね部5 各支持部3A~3Cは、ミラー2の下側(基板1側)を 支持している。支持部3A~3Cの各々は、薄膜弾性構 を介してのみ、基板1に対して支持されている。また、 造体を構成している。

た、支持部3A~3Cは、それらの各板ばね部5が、平 [0082] 本実施の形盤では、図1に示すように、支 持部3A~3Cの全てが、ミラー2の関から基板1を見 た平面視でミラー2に思れる位属に配置されている。ま

9

特別2003-5102

~3 Cは、ミラー2 の中心0を中心とする所定半径の円 面視でミラー2の半径方向に延びるように配置されてい 120° (=360°/3)の角度をなす3つの位置に それぞれ配置されている。 すなわち、3つの支持部3人 ミラー2は、安定して、任意の方向に依動可能に弾性支 持される。支持部3A~3Cは、本実施の形態では、即 周囲となるように配置されているが、時部9の位置と接 上において120° (=360°/3)の角度をなすミ 問9がミラー2の中心○風で抜枝部10がミラー2の外 ミラー2の中心0を中心とする所定半径の円上において ラー2の3位所をそれぞれ支持している。したがって、 る。また、3つの支持師3A~3Cの各接税邸10は、 統部10の位置とが逆になるように配置してもよい。

加できるようになっている。本実施の形態では、配扱パ -2を基準とした配位レベルが、ミラー2の傾きの方向 1には、外部からの制御信号に応じてこの駆動信号を生 は、それぞれ囚示しない各配扱パターンを介して、それ cにそれぞれ独立して、ミラー2を基準とした任意の電 する。したがって、各電極4a~4cに印加されるミラ 及び傾き量を決定する前記駆動信号となっている。基板 る3つの在極4a, 4b, 4cが互いには気的に絶縁さ れた状態で形成されている。これらのជ锤4m~4cに ぞれ互いに独立して、配線パターン8(すなわち、ជ種 としてのミラー2) との回に、任故のレベルの位圧を印 位を印加できるようになっている。各電極4a~4cに **弘極48~4cとミラー2の電極対向部分との間に作用** 中心Oを通る基板1の面の注線の回りに、A1膜からな ターン8を介してミラー2が接地され、各電極4m~4 中加される色位のレベルに応じた大きさの静倒力が、各 [0083] 基板1上には、ミラー2の下方において、

20

主た、本実施の形態では、板はね師5が異なる感頭係数 を有する異なる物質の互いに重なった少なくとも2つの 【0084】このように、本実施の形態では、ミラー2 る。もっとも、本発明では、ミラー2が資気力やローレ は、駆動信号によって生ずる静電力によって駆動され ンツカにより駆動されるように構成することもできる。 成する駆動回路を、搭載しておいてもよい。

30

層(具体的には、SiN膜6及びAI膜7)を有してお る。このため、赤外光や可視光を板ばね部5に風射すれ ば、その照射量に応じて、基板1を介して(例えば、基 板1が5;基板であれば赤外光は基板1を透過し、基板 り、S:NIG6は可視光や赤外光を吸収して熱を生ず 1がガラス基板であれば可視光は基板1を透過す

\$

る。)、その風射量に応じて板ばね部5が投むことにな る。したがって、この赤外光や可視光を駆動信号として クチュエータとして用いることも可能である。これらの 点は、後述する各実施の形態やその変形例についても同 用い、各板ばね邸5を、ミラー2を傾動させるためのア

【0085】因面には示していないが、本実施の形態に

れている。もっとも、当該素子を1次元状に配置しても よるミラーデパイスでは、ミラー2、前記支持機構(支 **序部3A~3C)及び電極48~4cを1個の素子とし** て当該素子を複数個有し、当該素子が2次元状に配列さ 後述する各実施の形態やその変形例についても同様であ よいし、当該素子は1つのみでもよい。これらの点は、

2 図4は、この製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す 【0086】女に、本実施の形態によるミラーデバイス の製造方法の一例について、図4を参照して説明する。 既略断面図であり、図2に対応している。

パターン8及びその他の配扱パターンとなるペきA1膜 2を強布し、このレジスト12に、 脚部9のコンタクト 部に応じた関ロ12aをフォトリングラフィーにより形 板、ガラス基板等の基板1上に、ជ極48~4c、配線 11を蒸着法等によりデポした後、フォトリソエッチン に、この状態の基板上の全面に犠牲層となるレジスト1 【0087】まず、図4 (a) に示すように、Si揺 グ法によりパターニングし、それらの形状とする。次 成する (図4 (a))。

後、フォトリンエッチング法によりパターニングし、板 おけるコンタクト部には関ロを形成しておく。次に、板 を蒸着法等によりデポした後、フォトリソエッチング法 によりパターニングし、板ばね部5及び脚部9の形状と [0088]次いで、板ば扣部5及び脚部9の1つの隔 となるべきSiN膜6 をPICVD法等によりデポした ばね部5及び脚部9の形状とする。このとき、脚部9に ばね部5及び脚部9のもう1つの層となるべきA1膜7 する (図4 (b))。

【0089】この状態の基板上の全面にスピンコート法 トリソエッチング法によりパターニングし、ミラー2の 形状とする (図4 (c))。このとき、A 1 膜15のパ 接続部10のコンタクト部に応じた関ロをフォトリソエ ッチング法により形成する。次いで、この状態の基板上 に犠牲層となるレジスト14を塗布し、ミラー2の円板 部2aに応じた部分のみのレジスト14をB状に残すよ 一により除去する。その後、ミラー2及び接続部10と ターニングによって残す領域を、レジスト14と重なり かつレジスト 1 4の大きさよりも大きくすることによっ て、ミラー2の立ち下がり部2bが形成されることとな **うに、レジスト14の色の部分(接続部10のコンタク** ト部に応じた関ロの部分を含む)をフォトリングラフィ なるべきA1膜15を蒸着法等によりデポした後、フォ **等により犠牲婦としてのポリイミド膜 1.3を被着させ、**

[0090] 最後に、この状態の基板を、ダイシングな 法などにより除去する。これにより、図1乃至図3に示 レジスト12,14及びポリイミド膜13をアッシング どによりチップ毎に分割し、全ての犠牲層、すなわち、 すミラーデバイスが完成する。

[0091] ところで、前述したように膜6及び膜7の **成膜は、レジスト12, 14及びポリイミド膜13を除** 上方に反ろような条件で、行う。なお、板ばれ部5を単 層の薄膜で構成する場合であっても、同じ材料の膜を成 去した際に前記板ばね節5が成膜時のストレスによって 膜条件を変えて2回成膜すれば、最終的に単層膜となる ものの、板ばね部5を上方に反らせることができる。

[0092] 本実施の形態によれば、前記支持機構(支 特部3A~3C)が、薄膜で構成された板ばわ部5を利 用した前述した構造を有しているので、構造が簡単とな り、前述したように、半導体製造工程の膜形成技術等を 用いて簡単に製造することができる。

とができる。この反りの程度と板ばれ部5の長さとによ 直径1mm程度でも)、ミラー2の高さを例えば200 の一緒部が立ち上がり部を持つ脚部9を介して猛板1に **嫁ぐことができる。また、板ばね部5の也端部が当該端** 部から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部10を介し てミラー2に機械的に接続されているので、この接続部 10によってもミラー2の高さを稼ぐことができる。さ らに、板ばね部5が上方へ反っているので、この反りに よってもミラー2の高さを稼ぐことができる。反りの程 度は前述した頃6,7の成膜時の条件により設定するこ u m程度に設定することができ、ミラー2の傾き可能な 接続されているので、即即9によってミラー2の高さを 【0093】また、本実施の形態によれば、板ばね部5 って、ミラー2の高さを自在に設定することができる。 以上の点から、ミラー2が比較的大きくても(例えば、 角度を比較的大きくすることが可能となる。

【0094】また、本実施の形態によれば、支持部3A でミラー2に隠れる位置に配置されているので、支持部 3.A~3 C及びミラーが占める基板上の面積を低減する とができ、当該ミラーデバイスの小型化を図ることがで ~3 Cの全てが、ミラー2の頃から基板1を見た平面視 ことができ、2 次元配置された素子の集積度を高めるこ

ミラーデバイスの単位素子を模式的に示す低略平面図で あり、図1に対応している。図5において、図1乃至図 【0096】図5は、本発明の第2の実施の形態による 3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 [0095] [第2の実施の形態]

異なる所は、支持部3A~3Cが、それらの一部がミラ は、前記第1の実施の形態に比べれば素子の集積度は若 干低下するものの、他の点については、本実権の形態に 【0097】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と -2の側から基板1を見た平面視でミラー2に隠れる位 **置に、配置されている点のみである。本実施の形態で** よっても前記第1の実施の形態と同様の利点が得られ し、その重複する説明は省略する。

【0098】 [第3の実施の形態]

2

22

特別2003-5102

[0099] 図6は、本発明の第3の実施の形態による あり、図1に対応している。図6において、図1乃至図 、ラーデバイスの単位素子を模式的に示す概略平面図で 3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

異なる所は、支持部3A~3Cが、それらの板ばね部5 がミラー2の略々接線方向に延びるように、配置されて [0100] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と いろ点のみである。本実施の形態によっても、前記第1

[0102] 図7は、本発明の第4の実施の形態による ミラーデバイスの単位素子を模式的に示す観略平面因で の実施の形態と同様の利点が得られる。 [0101] [第4の実施の形態]

あり、図1に対応している。図7において、図1乃至図 3 中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

[0103] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、支持部3A~3Cの板ばね部5が、基板1 る点と、支持部3A~3Cが、それらの板ばね部5がミ ラー2の略々接点方向に延びるように、配置されている 点のみである。本実施の形態によっても、前記第1の実 の面の法線方向から見た平面視で曲線状に構成されてい 協の形態と同様の利点が得られる。

20

【0105】図8は、本発用の第5の実施の形態による [0104] [第5の実施の形態]

ミラーデバイスの単位素子を模式的に示す概略平面囚む あり、図1に対応している。図8において、図1乃至図 3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

[0106] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、支持部3B,3Cが取り除かれ、1つの支 特部3人のみで支持機構が構成され、支持部3人がミラ -2の中心付近を支持している点のみである。

ね部5の幾み及び捻れによって、ミラー2が任意の方向 に仮動可能となっている。本実施の形態によっても、基 【0107】本実施の形態によれば、支持部3Aの板ば 本的に、前記第1の実施の形態と同様の利点が得られ

[0108] [第6の実施の形態]

[0109] 図9は、本発明の第6の実施の形態による ミラーデバイスの単位素子を模式的に示す概略断面囚で あり、図2に対応している。図9において、図1乃至図 3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

ず) でそれぞれ置き換えられている点のみである。支持 [0110] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、図1中の支持部3Aが図9に示す支持部2 3Aで置き換えられ、図1中の支持部3B, 3Cが図9 に示す支持部23Aと同じ構造を持つ支持部(図示せ 部23Aは薄膜弾性構造体を構成している。

[0111] 図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 わ部24,25を有している。板ばね部24,25の各 ばね部5のみを有しているのに対し、囚9に示す支持部 23Aは、互いに機械的に直列に接続された2つの板ば *は、基板1の面の注象方向から見た平面視で直接状に 構成されている。

は、基板1上に形成された配線パターン8を介して基板 [0112] 2つの板ばね部24, 25がなす機械的な 1から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して、 後院ケートの一緒部に抽当する板ばね部24の一緒部 2

基板1に機械的に接続されている。2つの板匠ね部2

に接続されている。本実施の形態では、板ばね部25の 直級状に延及して継ぎ足すように、板ばね部24の他端 板ばね師25の一端部は、当該端部から立ち上がる立ち 上がり部を持つ接続部10を介して、ミラー2に機械的 部に機械的に接続されている。この板ばね部24,25 の猛的がこの猛的から立ち上がろ立ち上がり部を持つ接 校師26を介してミラー2回の板ばね師25の端部に機 4,25がなナ機械的な接続ルートの色温部に相当する 台端部は、板ばね部25が板ばね部24の長さ方向を一 の温部同士の機械的な技統は、基板1億の板ばね部24 域的に接続されることにより、行われている。

[0113] 板ばわ部24は、因2中の板ばわ部5と同 じく、下回のSiN膜6と上回のA1膜7とが積層され た2層の溶膜で構成されている。即即9は、板ばわ即2 4を構成するSiN膜6及びA1膜7がそのまま延びる ことによって構成されている。 [0114] 一方、板ばね部25は、板ばね部24とは 2層の上下が逆になっており、下側のA1膜27と上側 7及びSiN膜28がそのまま延びることによって構成 されている。接続部10は膜28に形成された周口を介 してA1膜27に塩気的に接続されている。 ជ種を兼用 するミラー2は、接続部10→板ばね部25のA1限2 →時部9のA1膜7の経路で、配扱パターン8にជ気的 のSiN膜28とが積層された2層の薄膜で構成されて いる。接続節26は、板ばね節25を構成するA1段2 7→接続部26のA1限27→低ばね部24のA1限7 こ接続されている。

[0115] 板ばね邸24は、囚9に示すように、少な 位ばれば25は、少なくとも前記を動信号が供給されて ハない状態において、板ばね部24とは逆に、下方(基 仮1回) に反っている。本実施の形態では、仮ばね部2 4. 25の反りの程度及び及さが同一とされ、これによ り、一端部が接続部10を介してミラー2に機械的に接 焼された板ばね部25の当該一端部が、路板1の面と略 上方(基板1と反対図)に反っている。なお、囚9は、 4平行となっている。もっとも、他の設定によっても、 くとも前記型動信号が供給されていない状態において、 駆動信号が供給されていない状態を示している。一方、 \$

校庁な部250当校一路部を選校10周7路4平行にナ

S

ることは可能である。 [0116]次に、本実施の形態によるミラーデバイスの製造方法の一例について、図10を参照して説明する。図10は、この製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す類略斯面図であり、図9に対応している。図10において、図4中の熨業と同一文は対応する販業には同一体与を付し、その重複する説明は省略する。

[0117]まず、図4を参照して説明した製造方法の図4 (b) までの工程と同様の工程を経る(図10(a))。ただし、疑6,7をパターニングする際に

は、板ばわ部24の形状とする。 [0118] この状態の基板上の全面にスピンコート法 等により様性層としてのポリイミド隊31全数符させ、 接続間26のコンタクト間に応じた間目をフォトリンエ ッチングにより形成する。次に、板ばわ部25及び接 続部26の1つの層となるペネ1度74 を満落注等に よりデポした後、フォトリンエッチング法によりパター ニングし、板ばわ部25及び接続配26の形状とする。 次いで、板ばわ部25及び接続配26の形状とする。 ないて、板ばわ部25及び接続配26のもう1つの程と なるペき51N限28をPーCVD注等によりデポした 後、フォトリンエッチング法によりパターニングし、板 (b) このとき、SiN験28には、接続部10におけるコンタクト部に対応する箇所において国口28aを形成しておく。

ばね部25及び接続部26の形状とする (図10

にスピンコート法等により犠牲層としてのポリイミド談 みのポリイミド膜33を晶状に残すように、ポリイミド チング注によりパターニングし、ミラー2の形状とする グによって残す領域を、ポリイミ F膜3 3 と重なりかつ ポリイミド膜33の大きさよりも大きくすることによっ て、ミラー2の立ち下がり部2ちが形成されることとな なるレジスト32を塗布し、このレジスト32に、接続 イーにより形成する。次いで、この状態の基板上の全面 33を被着させ、ミラー2の円板部2gに応じた部分の 膜33の他の部分(接続部10のコンタクト部に応じた 関口の部分を含む)をフォトリソエッチング注により除 (図10 (c))。このとき、A1膜34のパターニン 【0119】次に、この状態の基板上の全面に犠牲層と 部10のコンタクト部に応じた隅口をフォトリソグラフ 去する。その後、ミラー2及び抜統部10となるべきA 1膜34を蒸着法等によりデポした後、フォトリソエッ

[0120] 最後に、この状態の基板を、ゲイシングなどによりチップ毎に分割し、全ての犠牲圏、すなわち、レジスト12,32及びポリイミド膜31,33をアッング性などにより係去する。これにより、図9に示すミラーデバイスが完成する。

[0121] ところで、前途したように騒り及び襲了の 成膜は、レジスト12、32及びボリイミド膜31、3 3を除去した際に版ばわ部24が成膜時のストレスによ 30

クベ上方に反るような条件で、行う。前途したように限27及び限28の成例は、レジスト12、14及びボリイミド模13を除去した際に板ばお邸25が成蹊時のストレスによって下方に反るような条件で、行う。前途したように、板1お邸24、25の長さが同じであるので、既6と限28とで成版条件は同一とし、膜7と板27とで成成条件は同一とし、膜7と板21とで成成条件は同一とし、破7と板21との成りの程度を同一にすることができる。4、25の反りの程度を同一にすることができる。

[0122]本実施の形態によっても、基本的には、前記第1の実施の形態と同様の利点が得られる。そして、本実施の形態によれば、板ばお師24、25の経師可は、立ち上がり部を持つ接続部26全介して機械的に採 はされているので、このため、ミラー2が比較的大きく、ニラーの値を用される強をしても、ラーの値を用される強をしまれている。 また、本実施の形態によれば、接続即10をかしてミラー2と接続されている板はお部25の経過があたりつで、かてきる。また、本実施の形態によれば、接続即10をかしてミラー2と接続されているのは、接続即10をがしてミラー2と接続されているので、接続即10をがあるた力を直接することができる。ことを表述さることができる。ことを表述することができる。

【0123】なお、図1中の支持部3Aを図9に示す支持部23Aで置き換える際に、即部9及び技術部10の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3B, 3Cを図9に示す支持部23Aと同じ構造を持つ支持部でそれぞれ電き被える際に、即部9及び技術部10の位置を逆にしてもよい。また、図5中の支持部3Aへ3Cや図6中の支持部23A又はこれと同じ構造を持つ支持部で置き検えてもよい。

[0124] [第7の実施の形態]

【の125】図11は、本発用の第7の実態の形態によるミラーデバイスの単位業子を模式的に示す観路断面図であり、図2及び図9に対応している。図12は、図11中のEIF矢税図である。図11及び図12において、図1乃至図3及び図9中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その直復する説別は省略す

【0126】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、図1中の支持部3Aが図11及び図12に 示す支持部43Aで置き換えられ、図1中の支持部3 B, 3Cが図11及び図12に示す支持部43Aと同じ 構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き換えられ

ている点のみである。支持節43Aは薄膜弾性構造体を

【0127】図11及び図12に示す支持部43Aが図9に示す支持部23Aと異なる所は、板ばわ部24,2 5の端部回士が、立ち上がりを持たない接続部46で接続されている点と、板はわ部24の下頭の5iN膜6と板はお部25の上回の5iN膜28が、連続した1つの5iN膜となっている点と、この道院した1つの5iN既に接続部46においてA1膜7,27回を紅気的に接

株才名ための関ロが形成されている点のみである。接接第46件、この関ロの箇所及び前記基接したSiN膜及びAI膜7,27が重なわらったが分とのといる。

[0128]次に、本実権の形態によるミラーデバイスの製造方法の一個について、図13を毎周して設明する。図13は、この製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す概略が面図であり、図11に対応している。図13に対いて、図4及び図10中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付している。

[0129] まず、図13 (a) に示すように、51路 坂、ガラス基接等の基板1上に、電極4a~4c、配数 パターン8及びその他の民級パターンとなるペきA 1版 11を満落注等によりデポした後、フォトリソニッチン がたによりパターニングし、それらの形状とする。次 に、この状態の基板上の全面に鍵柱層となるレジスト 1 なる塗布し、このレジスト12に、脚部9のコンタクト 部に応じた周口12aをフォトリンラフィーにより形 部に応じた周口12aをフォトリンラフィーにより形 のほっち。その後、板ばわ部25及び接続部46の下側の 種となるペきA 1段27を満着性等によりデポした後、 フォトリソニッテング法によりパターニングし、板ばわ

形状とする (図13 (c)), このとき、A1膜15の 【0131】この状態の基板上の全面にスピンコート法 接続部10のコンタクト部に応じた閉口をフォトリソエ ッチング法により形成する。次いで、この状態の基板上 に犠牲層となるレジスト14を塗布し、ミラー2の円板 部2 a に応じた部分のみのレジスト14をB状に及す上 うに、レジスト140色の部分(接続部10のコンタク ト部に応じた国口の部分を含む)をフォトリングラフィ 一により除去する。その後、ミラー2及び接続即10と なるべきAI膜15を蒸着法等によりデポした後、フォ トリソエッチング法によりパターニングし、ミラー2の パターニングによって残す領域を、レジスト14と重な りかつレジスト14の大きさよりも大きくすることによ って、ミラー2の立ち下がり部2bが形成されることと 等により犠牲困としてのポリイミド膜13を被着させ、 (P)).

/よつ。 【0132】 最後に、この状態の基板を、ダイシングな

(14)

どによりチップ毎に分割し、全ての磁柱隔、すなわち、 レジスト12、14及びボリイミド採13をアッシング 造などにより除去する。これにより、図11及び図12 に示すミラーデバイスが完成する。 【0133】ところで、膜7、膜51及び膜27の広膜は、レジスト12,14及びポリイミド膜13を除去した際に、板ばお部24が成膜時のストレスによって上方に反るともに板ばお部25が成膜時のストレスによって下方に反るような条件で、行う。本実施の形態では、て下方に反るような条件で、行う。本実施の形態では、

板ばわ部24、25の長さが同じであるので、扱1と脱 27とで成版条件は同一とする。これにより、板ばわ部 24、25の反りの程度を同一にすることができる。

[0134] 本実站の形態によっても、基本的には、耐窓等の実施の形態と回媒の利点が得られる。ただし、本実施の形態では、板ばね節24,25の路部国土が立ち上がり部を持たない。後接第46では後接されているので、その分、板ばお節24,25の路部国土を立ち上がり間を持つ域接第26で後接する前記第6の実施の形態に比べ、、ラー2の高さを接ぐにとができない。しかし、本実施の形態による、ラーデバイスの製造工程は、し、本実施の形態による、ラーデバイスの製造工程は、し、本実施の形態による、ラーデバイスの製造工程は、

L、本来船のが場によるミノーアイイへの契ね工程は、 前辺第6の実施の形態によるミラーデバイスの製造工程に比べて大幅に断路化される。【0135】なお、囚1中の支持第3Aを囚11及び図

20

101357 なお、1314の文科は37を21に次り 12に不す文料部43へで置き換える際に、脚部9及で 複核部10の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3 B, 3Cを図11及び図12に示す支持部43Aと同じ 構造を持つ支持部でそれぞれ置き換える際に、脚部9及 び緩終部10の位置を逆にしてもよい。また、図5中の 支持部3Aを、図11及び図12に示す支持部43A 又はこれと同じ構造を持つ支持部で配き換えてもよい。

[0136] [第8の実施の形態] [0137] 図14は、本発明の第8の実施の形態によるミラーデバイスの単位業子の支持部63Aを模式的に示す程略平面回である。図14において、図1功重図3の要案と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する契明は省略する。

プロスプランスのである。 「10138] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、図1中の支持部3 Aが図14に示す支持部 40 63 Aで置き換えられ、図1中の支持部3B, 3 Cが図 14に示す支持部63 Aと同じ構造を持つ支持部(因示せず)でそれぞれ置き換えられている点のみである。支

特部63Aは海県神性構造体を構造している。 [0139] 図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 ばね部5のみを有しているのに対し、図14に示す支持 部63Aは、互いに機械的に直列に後戌された3つの板 ばね部64、65、66を有している。板ばね部64~ 66の各々は、図14に示すように、基板1の面の注説 方向から見た平面役で直線状に構成されている。

50 [0140] 3つの包江和部64~66がな子機械的な

特開2003-5102

27後後ペートの一路部に右当ナる核ばお部64の一路部

接続されている。

【0141】本実施の形態では、板ばお師ら5の一端部は、板ばお師64の色端部から立ち上が3立ち上が3立ち上が9部を持つ接続節67を介して板ばお師64の当路色端部に板機的に接続されている。板ば和師6600世端部は、板ば約68を介して板ばお師65の当核他端部に機械的に接続されている。本実施の形態では、図14に示すうに、板ばお師64~66は、平面視で1年が表なすまうに接続されている。板ばお師64~66は、平面視で1年が表なすまうに接続されている。板ばお師64~66は、平面視で1年がありる1年接続されている。板ばお師64~66はいずれも、3に接続されている。板ばお師64、上方へ反っている。板ばが1年、18日にずれも、18日にずれも、18日にずれも、18日にずれも、18日にずれも18日に

構造を持っている。 【0142】本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記が6の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に にかけた方法により製造することができることは、言うま [0143] 本実施の形態によっても、基本的には、前 記刻1の実施の形態と同様の利点が得られる。そして、 本実施の形態によれば、板ばね節64~66の端節同士 が、立ち上がり部を持つ複結節67,68を介して機械 的に接続されているので、この接続によってもミラー2 の高さを稼ぐことができる。このため、ミラー2が比較 的大きくても、ミラーの填き可能な角度をより大きくす ることができる。また、本実施の形態によれば、板ばね 節64~66が平面視でコギ状をなしているので、板ば ね節64~66が平面視でコギ状をなしているので、板ば [0144] 本実施の形像では、全ての板ば和部64~66が上方に反っているので、一路部が接続部10を介してミラー2に模様的に接続された板ば和部6の当該一端部が、基板1の面から比較的大きく傾く。そのため、接続部10にかかる広力が比較的大きい。

(0145) そこで、本文施の形態を、例えば、次のように変形することが母ましい。すなわち、図14中の脚的から接続部67に至る構造(ただし、接続部67は深く)、として図9又は図10中の脚部9から接続部10までの構造(ただし、接続部68は深く)として図9又は図10中の脚部9から接続部10までの構造(ただし、投続部10は深く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10は深く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10は深く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10は深く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10は深く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10は深く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10は不の構造として図9又は図10中の脚部9から接続部10までの構造として図9又は図10中の脚部9から接続部10ま

0までの構造を採用する。この場合には、複結部10付近の板付わ間が基板1の面と略平行となるので、複結部10にかかる応力を低減することができる。

[0146] なお、図1中の支持部3名を図14に示す支持部63名で置き換える駅に、脚部9及び技術部10の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3B, 3Cを図14に示す支持部63Aと同じ構造を持つ支持部でそれぞれ置き挽える際に、脚部9及び技統部10の位置を逆にしてもよい。また、図5中の支持部3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや図6を表えてもよい。

[0147] [第9の実施の形態]

[0148] 図15は、本発射の第9の実施の形態によるミラーデバイスの単位業子の支持部73Aを模式的に示す機略平面図である。図15において、図1乃至図3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する設明は省略する。

【0149】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、図1中の支持部34が図15に示す支持部 734で置き換えられ、図1中の支持部3B, 3Cが図 15に示す支持部73Aと同じ構造を持つ支持部(図示 せず)でそれぞれ置き機えられている点のみである。支 特部73Aは溝段弾性構造体を構造している。

【0150】図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板ばわ部5のみを有しているのに対し、図15に示す支持部73Aは、互いに機械的に直列に接続された2つの板ばわ部74、75を有している。板ばわ部74、75の各々は、図15に示すように、基板1の面の近線方向から見た平面役で曲線状に(具体的には、C字状)に構成

[0151] 2つの板はわ即74,75がなす機能的な後続ルートの一緒時に担当する板はお師74の一緒時代、基板1上に形成された配線パターン8を介した基度は、基板1上に形成された配線パターン8を介して基度

は、基板1上に形成された配線パターン8を介して基板1から立ち上が3立ち上がり節を持つ脚部9を介して、基板1に機械的に接続されている。2つの板はお節74、75がなす機械的な接続ルートの他端節に相当する4、75がなす機械的な接続ルートの他端節に相当する4、75がなす機械的な接続ルートの他端節に相当する

4, 75かな子被疾のためでレートの四番部に出当りも 板ば右節75の一種部は、当核雑節から立ち上がる立ち 上がり節を持つ接続節10を介して、ミブー2に機模的 に接続されている。

40

[0152] 本実施の形態では、板ばお師75の他端節は、板ばお師75か板はお町74の長さ方向を円状に延長して様ぎ足すように、板ばお師74の危端部に機械的に接続されている。板ばお師74,75はいずれも、上方へ反っている。したがって、板ばお師74,75が全体としてなす形状は、基板1の面の法線方向から見た平面段で円形状となる模様である。

[0153]本実権の形態によるミラーデバイスが、前部第6の実権の形態によるミラーデバイスの製造方法に増した方法に対けにより製造することができることは、当うま増した方法により製造することができることは、当うま

でもない。本実施の形積によったも、空間終8の実施のあまったおで当れまなれてメ

形態と同様の利点が得られる。 (0154)なお、図1中の支持節3Aを図15に示す 支持節73Aで置き換える際に、即節9及び接続即10 の位置を逆にし、同様に、図1中の支持節3B, 3Cを 図15に示す支持節73Aと同じ構造を持つ支持部でそ れぞれ置き換える際に、脚部9及び接続即10の位置を 逆にしてもよい。また、図5中の支持節3Aを3Gや図 6中の支持節3A~3Gや図8中の支持節3Aを、図1 5に示す支持節73A又はこれと同じ構造を持つ支持部

で位き換えてもよい。 [0155] [第10の実施の形態] [0156] 図16は、本発用の第10の実施の形態によるミラーデバイスの単位素子の支持部33Aを模式的に示す機路前面図である。図16において、図1乃至図3中の要案と同一又は対応する要案には同一符号を付

し、その重複する説明は省略する。

【0157】本実施の形態が、前型第1の実施の形態と 現なる所は、図1中の支持部3Aが図16に示す支持部 83Aで置き換えられ、図1中の支持部3B,3Cが図 16に示す支持部83Aと同じ構造を持つ支持部 (因示 せず)でそれぞれ置き換えられている点のみである。支 特部83Aは建築準性構造体を構成している。

20

[0158] 図1及び図2に示す支持節3Aが1つの度 ばね節5のみを有しているのに対し、図16に示す支持 節83Aは、互いに機械的に直列に採洗された4つの度 ばれ節84,85,94,95を有している。図16に がすますうに、よれらの数ばれ部の所定の部間は対立 上がり配を持つ接続節86,99,96を介して機械的 に接続されている。図16中の時間9、板付和部4、 複核節86及び板付和部85からなる部分の構造、及び 数ばれ部95からなる部分の構造はそれぞれ、図9中の 脚節9、板ばわ部24、複核節26、板ば和部96及 なる部分の構造と全く同一である。板ばれ部85から なる部分の構造と全く同一である。板ばれ部84,8 5,94,95が全体としてなす形状は、全体を図16 中の紙面に建直な方向から見た関面説で、「く」の字状 となっている。この部分を平面視すると一直終状をな

30

5,94,95がなす前型関西税の形状の行り返し点項に由当する板はおぼ85の場部(成務部99付近の場部)が、基板1の面と略々平行となる。本実施の形態ではこのように略々平行となるように、板はお部84,85,94,95の各々の戻り方向及び長さが設定されているのである。

[0160]したがって、本実施の形態によれば、約20 第1の実施の形態と同様の利点が得られるのみならず、 複核部10に対する負担がほとんどなくなるという利点 10 も得られる。

[0161] なお、囚1中の支持部3Aを囚16に示す 支持部83Aで置き換える際に、即部9及び接続部10 の位置を囚1中の符号90位置及び符号10の位置のい ずれにしてもよいし、囚1中の支持部3B,3Cを囚1 6に示す支持部83Aと同じ構造を持つ支持部でそれぞ れ置き換える際にも同様である。また、囚5中の支持部 3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや囚8中の支持 部3Aを、囚16に示す支持部83A又はこれと同じ構 道を持つ支持部で置き換えてもよい、これらの点は、後 述する第11の実施の形態についても同様である。

[0162] [第11の実施の形態]

【0163】囚17は、本党男の第11の実施の形態によるミラーデバイスの単位業子の支持部93を投式的に示す機能筋面区である。囚17において、囚1乃至囚3中の契款と同一又は対応する要案には同一符号を付し、その直接する契明は省略する。

(1016年) 大文格の形態が、前記第1の実施の形態と異なる所は、図1中の支持部3 Aが図17に示す支持部9 Aで置き換えられ、図1中の支持部3 B, 3 Cが図17に示す支持部9 3 Aと同じ構造を持つ支持部(因示せず)でそれぞれ置き換えられている点のみである。支

特部93Aは薄膜弾性構造体を構成している。

[0165] 図1及び図2に赤す支持部34が1つの度 ばれ部5のみを有しているのに対し、因17に赤す支持 部934は、互いに機械的に重列に接続された4つの度 ばわ部184,185,194,195を有している。 図17に赤すように、これの板はお師の所定の路部 図17に赤すように、これの板はお師の所定の路部

囚17に示すように、これらの板ばね部の所定の盗邸周 土が立ち上がり距を持つ接検部186, 199, 196 を介して機械的に後於されている。因17中の時間9、

40 板ばお面184、板板面186及び板はお面185からなる部分の構造、及び、図17中の接積部199、板ばわ断194、 (域校面196及び板はお面195からなる面分の保値は、それぞれ、図11中の時部9、板ばお面24、 接模部46、板ばお面25からなる部分の構造と全く同一である。板ばね面184, 185, 194, 195が全体としてなす形状は、全体を図17中の紙面に垂直な方向から及た関面視で、「く」の字状となってい垂直な方向から及た関面視で、「く」の字状となってい

る。この部分を平面観すると一直観視をなす。 [0166]本実施の形態によっても、前部第10の実 箱の形態と同様の利点が得られる。

S

入する「く」の字状の構造部分は、図16又は図17の [0167] ところで、前記第10及び第11の実施の 95又は195との間に接続すればよい。この場合、挿 な場合には、板ばね部が全体としてなす形状は、各部分 ごとに適宜の所定方向から見た側面視で「くの字状」の 形態では、板ばね部が全体としてなす形状は、衂面視で 図16又は図17中の「く」の字状部分の構造を機械的 に直列に2つ以上連続させてもよい。例えば、2つ連続 させる場合には、図16又は図17において、ミラー2 の高さを上げ、脚部9から板ばね部までに至る構造と同 じ構造を、接続部10と図16又は図17中の板ばね部 任意の角度回転させた位置に配置してもよい。このよう 脚部9及び接続部10を通る基板1の面の法線回りに、 1つの「く」の字状をなすものであった。本発明では、 **連続形状となる。**

図3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。図18において、即 よるミラーデバイスの単位素子の支持部103Aを模式 的に示す頓略平面図である。図18において、図1乃至 【0169】図18は、本発明の第12の実施の形態に 師9は、接続師10と重なって見えているが、接続部1 [0168] [第12の実施の形態] 0より紙面奥側に存在する。

異なる所は、図1中の支持部3Aが図18に示す支持部 103Aで置き換えられ、図1中の支持部3B, 3Cが 【0170】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と (図示せず) でそれぞれ置き換えられている点のみであ る。支持部103Aは薄膜弾性構造体を構成している。 図18に示す支持部103Aと同じ構造を持つ支持部

[0171] 図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 部103Aは、互いに機械的に直列に接続された8つの 板ばわ部104, 106, 108, 110, 112, 1 に、これらの板ばね部の形所の猛害回士が立ち上がり部 を持つ接続部107, 111, 115及び立ち上がり部 ばね部5のみを有しているのに対し、図18に示す支持 14, 116, 118を有している。図18に示すよう を持たない接続部105,109,113,117を介 して機械的に接続されている。図18中の脚部9、板ば **ね部104、接続部105及び板ばね部106からなる** 部分の構造、図18中の接続部107、板ばね部10

図18中の接続部111、板ばね部112、接続部 体としてなす形状は、 基板1の面の法線方向から見た平 面視で正方形となる螺旋状である。本発明では、前記8 8、接続部109及び板ばね部110からなる部分の構 113及び板ばね部114からなる部分の構造、図18 中の接続部115、板ばね部116、接続部117及び 5からなる部分の構造と全く同一である (図9中の対応 構造と同一にしてもよい。)。 前記8つの板ばね部が全 仮ばね部118からなる部分の構造は、それぞれ、図1 1中の脚部9、板ばね部24、接続部46、板ばね部2

つの板ばね部がなす機械的な接続ルートは、この法線方 向の回りに1周しているだけであるが、1周以上周回す るようにしてもよい。 [0172] 本実施の形態では、ミラー2の高さが変化 された板ばな部104の当数一緒部と、一緒部がミラー 同じ位置に位置する。また、本実施の形態では、一端部 がミラー2に機械的に接続された板ばね部118の当該 一幅部 (接続部10付近の幅部) が、基板1の面と略々 平行となる。本実施の形態ではこのように略々平行とな るように、各板ばね部の反り方向及び長さが設定されて しても、一端部が脚部9を介して基板1に機械的に接続 2に機械的に接続された板ばね部118の当該一幅部と が、第に、基板1の面の法線方向から見た平面視で略々

【0173】したがった、本実施の形態によったも、前 記第10及び第11の実施の形像と同様の利点が得られ

[0174] [第13の実施の形態]

図である。図21は、図20中のO-A模に沿った頓略 **英面囚である。図面には示していないが、図20中のO** -B級に沿った概略形面図及び図20中のO-C級に沿 る要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略す 【0175】図20は、本発明の第13の実施の形態に よるミラーデバイスの単位素子を模式的に示す概略平面 った頓略斯画図は、図21と同様となる。図20及び図 21において、図1乃至図3中の要素と同一又は対応す 5. なお、以下の説明において、上下は、図21に従う ものとする。 20

【0176】本実施の形態が前記第1の実施の形態と異 なる所は、以下に説明する点のみである。

30

させるための駆動力としての静電力を、ミラー2と基板 1上の電極4a, 4b, 4cとの関で作用させるように **【0177】前記第1の実施の形態は、ミラー2を傾動 構成されていたのに対し、本実施の形態では、前記駆動** カとしての静電力を各支持部3A~3Cの板ばね部5と 基板1との間で作用させるように構成されている。 [0178] すなわち、本実施の形骸では、基板1上の が、基板1との間に静電力を作用させるための電極とな っている。本実施の形態では、ミラー2の接続部10と 基板1としてSi基板が用いられ、基板1が前記静電力 を発生させるための固定側の共通電極となっている。一 方、各支持部3A~3Cの板ばね部5の上側のA1膜7 A 1 膜7 との間にはSiN膜等の絶線膜303が形成さ **孔極4a, 4b, 4c (図1参照) が除去されている。** れており、ミラー2は静電力の発生に寄与しない。

【0179】 基板1上にはSiN等の絶縁膜301が形 **方のជ極であるA1膜7と対向する他方のជ極となって 太されているが、各支持部3A~3Cの板ばね部5のA** 1段7の下側には、絶縁膜301は形成されていない。 塩板1における板ばね部5のA1膜7の下側部分が、

8

特国2003-5102

が如気的に接触しないようにするための絶縁隔としての いる。なお、基板1としてSi基板の代わりにガラス基 板を用いて、A1膜1の下の対向するガラス基板の部分 板ばね部5の下側のSiN膜6は、A1膜7と基板1と に固定側の気極を形成してもよい。本実施の形態では、

302は、絶縁膜301上に形成されており、基板1に 対して電気的に絶縁されている。各支持即3A~3Cの 配級パターン302は互いに絶縁されており、各支持部 [0180] A1版74、存得9においてSiN版6に 形成された関ロを介して配殺パターン302 (図20で は図示省略)に和気的に接続されている。配線パターン 3A~3Cの板ばね部5のA1膜(電極) 7には、各支 持部3A~3Cの配線パターン302を介して、それぞ れ互いに独立して、基板1との間に、任意のレベルの1 圧を印加できるようになっている。

9

になっている。各支持部3A~3CのA1膜7の電極に 印加される電位のレベルに応じた大きさの静電力が、各 [0181] 本実施の形態では、基板1が接地され、支 特部3A~3Cの板ばね部5のA1除7にそれぞれ独立 して、基板1を基準とした任意の電位を印加できるよう 支持部3A~3Cの板ばね部5のA1膜7と、当該A1 膜7との基板1の対向部分との間に、作用する。

20

と基板1との開稿は脚部9に近い方が狭いことから、脚 うち脚部9に近い部分から、頃次基板1へ引き寄せられ 5のパネカ(復元力)と静電力が平衡した状態で板パネ 5には、ミラー2を介して他の支持部の2つの板パネ部 5が接続されているので、当然、静電力と当該板パネ部 【0182】静電力の大きさは、電極間の距離の2乗に 部9により近い方が静電力もより大きく、仮パネ部5の ていき、板パネ部5が変形していく。そして、板パネ部 部5の後形も存止して、ミラー2が掻く。当技板ばね部 元力) も影響する。したがって、各支持部3A~3Cの 5との平衡状態には他の2つの板パネ部5のパネカ(復 板ばね部5のA1膜7(電極)に印加される基板1を基 反比例するので、図21において板ばね部5のA1膜7 準とした電位レベルが、ミラー2の傾きの方向及び傾き 量を決定する駆動信号となっている。

30

[0183] 本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記第1の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、召うま

ŝ

【0184】本実施の形態によっても、前記第1の実施 用するので、基板1上の電極4 m~4 cとミラー2との の形態と同様の利点が得られる。また、本実施の形態で は、板ばね部5のA1膜7と基板1との間で静電力が作 **電極間距離を狭くすることができる。したがって、本実** 間で静電力が作用する前記第1の実施の形態に比べて、 福の形態では、氏紅力でミラー2を駆動する(すなわ ち、傾ける)ことができる。

れより下側(基板1個)の部分を模式的に示す概略平面 ている。図面表記の便宜上、図22において、一部の要 【0186】囚22は、本発明の第14の実施の形態に よるミラーデバイスの単位業子の、中間板310及びそ 図であり、図24乃至囚26中のG- J 矢視囚に相当し [0185] [第14の実施の形態]

森については想像級で示している。 囚23は、本発用の

第14の実施の形態によるミラーデバイスの単位素子

である。 図26は、 図22及び図23中のX3-X4級 図24乃至図26中のK−1矢視図に相当している。図 2 4 は、図2 2 及び図2 3 中のX 1 - X 2 接に沿った概 略斯面図である。図25は、図22及び囚23中の0一 A級(図20中のO-A級に対応)に沿った貿易が周辺 (ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面図であり、 の、中間板310より上側(基板1と反対側)の部分 いなった数略を国囚である。

[0187] 図22乃至図26において、図20及び囚 2.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

形成されている点のみである。支持部313Aは薄膜弾 【0188】本実施の形態が、前記第13の実施の形態 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図22乃至図2 6に示す支持部313Aで置き換えられ、囚20中の支 持部3B, 3Cが囚22乃至囚26に示す支持部313 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き 機えられている点と、基板1上の全面に渡りSiN等の 絶縁膜311が形成され、絶縁膜311上に互いに重気 的に絶縁された配線パターン312a~312c及び基 仮1側の低極としてのA1膜320a, 320cなどが 性構造体を構成している。

[0189] 支持部313Aは、基本的に図17に示す 前記第11の実施の形態によるミラーデバイスの支持部 93Aと同様の構造を持ち、この構造を、ミラー2を模 動させるための駆動力としての静電力を各板ばね部31 4, 315, 324, 325に作用させるように、変形 したものである。

同様である。A1段は導塩性薄膜である。両者が主とし ている点と、これに伴い、図17中の算部9に対応する [0190] EITHE314, 315, 324, 325 は、図17中の板ばね部184, 185, 194, 19 5にそれぞれ対応しており、機械的な接続関係、A1段 とSiN膜との上下関係、反り具合、長さの設定などは て異なる所は、各板ばね部314,315,324,3 25の各一部を構成する各A1膜が幅方向に3分割され 3つの阿部9 a ~ 9 c、 図1 7 中の接続部186に対応 する3つの接続節346 a∼346 c、囚17中の接続 図17中の接続部196に対応する3つの接続部356 a~356c、及び、図17中の接続部10に対応する 部199に対応する3つの技統部319a~319c、 3つの接続部10 a~10 cが設けられている点であ

20

8

[0192] 脚部9aは、板ばね部314を構成するS においてSiN膜361に形成された関ロを介して配線 パターン312aに電気的に接続されている。 脚部9b 膜362bがそのまま延びることによって構成されてい る。A1版362bは、脚部9bにおいてSiN版36 1 に形成された関ロを介して配殺パターン312 bに電 構成するSiN膜361及びA1膜362cがそのまま を介して配線パターン312。に電気的に接続されてい と上側の3分割されたA 1 膜3 6 2 a ~3 6 2 c とが積 届された2層 (ただし、A1膜362a~362cが形 i N膜3 6 1 及びA 1 膜3 6 2 a がそのまま延びること によって構成されている。A1限362aは、脚部9a は、板ばね部314を構成するSiN膜361及びAl 気的に接続されている。即部9cは、板ばね部314を は、母哲9cにおいてSiN版361に形成された国口 [0191] 板ばわ部314は、下回のSiN脱361 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 **延びることによって構成されている。A1膜362c**

[0193] A1膜362a, 362cは、これらを有 する板ばね部314に静電力を作用させるための電極と なっている。A1膜362bは、ミラー2及び後述する 中間板310の電位を所定電位にするための単なる配線 パターンとなっており、A1膜362a, 362cに比 **くト始狭に形成されている。**

1 つのS i N版となっているので、図22ではその連続 [0194] なお、板ばね部314のSiN膜361と 後述する板ばね部315のSiN膜364は、連続した [0195] 板ばね部315は、下回の3分割されたA した1 つのSiN膜を符号305で示している。

分となっており、接続部346bにおいてSiN膜30 按統部346aはA1膜362a, 363aが重なり合 62a. 363a開が4気的に接続されている。接続部 346bはA1膜362b, 363bが重なり合った部 6 cはA1膜362c, 363cが重なり合った部分と なっており、接続即346cにおいてSiN膜305に 形成された開口347cを介して、A1膜362c,3 1膜363a~363cと上側のSiN膜364とが積 **層された2層 (ただし、A1膜363a~363cが形** った部分となっており、接続部346aにおいてSiN 膜305に形成された開口347aを介して、A1膜3 り,3635回が私気的に接続されている。接続部34 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 5に形成された開口347bを介して、A1膜362 63 6 間が電気的に接続されている。

中間板310の電位を所定電位にするための単なる配級 なっている。AI膜363bは、ミラー2及び後述する [0196] A1膜363a, 363cは、これらを有 する板ばね部315に静電力を作用させるための電極と

パターンとなっており、A1膜363a, 363cに比 **人ト協牧に形成されている。** [0197] 板ばわ部324は、下回のSIN原365 と上側の3分割されたA1膜366a~366cとが積 **層された2層 (ただし、A1膜366m~366cが形** A1膜366a,366cは、これらを有する板ばね部 AI膜366bは、ミラー2の電位を所定電位にするた 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 324に静電力を作用させるための電極となっている。 めの単なる配線パターンとなっており、A 1 膜366

315のA1膜363bと電気的に接続されている。な 対の板ばね部315,324間に介在している。具体的 a も含めて全体が導ជ性薄膜としてのA 1 膜で構成され ており、板ばね部315との間及び板ばね部324との ね部315,324間のちょうど其ん中付近に配置され 間板310は、先の説明からもわかるように、板ばね部 9 a 及び接続部319cを逃げる逃げ孔310b, 31 9 5 に対応する一緒国の短所に、 カップ状に立ち下がっ との間に固定されている。中間板310は、基部310 間に駆動信号に応じた静電力を作用させるជ極部となっ ている。また、本実施の形態では、中間板310は板ば ている。もっとも、中間板310の構成や配置は、必ず しも前述した構成や配置に限定されるものではない。中 お、本実施の形態では、中間板310には、接続部31 a, 366aを、それぞれ有している。そして、本実施 の形態では、電極部を有する板状部として中間板310 が、前記一対の板ばわ部315,324の互いに機械的 た基部310aを有し、この基部310aが、接続部3 196とA1膜363の板ばね部315から延びた部分 【0198】前述した説明からわかるように、一対の板 ばわ部315,324は、それらの端部同士が接続部3 19a~319cにより機械的に接続されて、互いに対 向している。これらの板ばね部315,324は、当該 饭ばね部315,324にそれぞれ駆動信号に応じた静 電力を作用させるための電極部としての、A1膜363 に接続された婚部に対して機械的に接続されて、前記一 には、本実施の形態では、中間仮310は、接続部31 a, 366cに比べて幅狭に形成されている。 0 c がそれぞれ形成されている。

ることによって構成されている。A1膜366aは、接 を介して板ばね部315のA1膜363aに低気的に接 売されている。接続部319bは、板ばね部324を構 後述するA1膜からなる中間板310の基部310aを [0199] 接続部319aは、板ばね部324を構成 するSiN膜365及びAI膜366aがそのまま延び 売部319aにおいてSiN談365に形成された関ロ 成するS i N膜3 6 5及びA 1 膜3 6 6 b がそのまま延 介して、板ばれ部315の一緒部に固定されている。A 1版366bは、後続部319bにおいてSiN膜36 びろことによって構成されている。接続部319bは、

N膜365に形成された関ロを介して板ばね部315の 5に形成された関ロを介して中間板310の基部310 aに電気的に接続され、この基部310aを介して、A | 膜3636に電気的に接続されている。接続部319 5は、板ばね部324を構成するSiN膜365及びA 1 膜366cがそのまま延びることによって構成されて いる。A1膜366cは、接続部319cにおいてSi A1膜363cに在気的に接続されている。

る板ばね部325のSiN膜368は、連続した1つの SiN膜となっているので、図23ではその連続した1 [0200] 板ばね部324のSiN限365と後述す つのSiN膜を符号306で示している。

接続師356aはA1膜366a, 367aが重なり合 668,3678間が電気的に接続されている。接続部 356bはA1膜366b, 367bが重なり合った部 分となっており、後続部356bにおいてSiN膜30 なっており、後統部356cにおいてSiN膜306に 形成された関ロ357cを介して、A1膜366c. 3 b, 3676間が低気的に接続されている。接続部35 1 膜367a~367cと上頃のSiN膜368とが穏 **層された2層(ただし、A1膜367a~367cが形** oた部分となっており、接続即356aにおいてSiN **頃306に形成された関ロ357aを介して、A1膜3** 6 cはA 1 膜3 6 6 c,3 6 7 cが重なり合った部分と [0201] 板ばね部325は、下回の3分割されたA 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 6に形成された関口357bを介して、A1膜366 67 c 間が亀気的に接続されている。

2

[0202] 接続節10a, 10cは、板灯ね部325 のSiN膜368上にそれぞれ固定されており、ミラー 膜367g,367cに対してそれぞれ祖気的に絶縁さ れている。 — 方、接続部10 bは、S i N膜368に形 成した関ロを介して、板ばね部325のA1膜367b 上に固定され、ミラー2は、A1膜367bに重気的に 度続されている。これにより、ミラー2は、板ばね師3 25が有する電極としてのA1膜367a, 367cと 2は、SIN膜368によって、板ばわ部325のAI の間に静電力を生じさせる電極として、兼用されてい

膜362a,362cの下方における対向箇所には、基 【0203】また、板ばね部314のជ極としてのA1 を介して、配線パターン3125に対して電気的に接続 されている。なお、A1膜320a,320cは分離せ 仮1上の絶縁膜311上に、A1膜362a, 362c A1膜320a, 320cは、図示しない配線パターン A1段3208, 3206がそれぞれ形成されている。 との間にそれぞれ静電力を生じさせる電極部としての、 ずに連続的に形成してもよい。

ン312aに対して、A1膜362a, 363a, 36 [0204] 以上の説明からわかるように、配線パター

b, 367b, 320a, 320c, 中国板310及び 6a, 367aが電気的に接続されており、これらが同 なる。さらに、これらとは私気的に独立して、配扱パタ 66c,367cが収気的に接続されており、これらが 同型位となる。なお、配線パターン312a, 312c 位位となる。これとは何気的に独立して、配録パターン 312bに対して、A1膜362b, 363b, 366 ミラー2が和気的に接続されており、これらが同句位と -ン312cに対して、AI膜362c, 363c, 3 面は角気的に接続しておいてもよい。

は、それぞれ互いに独立して、任意のレベルのជ圧(す [0205] 各支持部313A~313Cの配扱パター ン3125と配換パターン312*. 312cとの国に なわち、駆動信号)を印加できるようになっている。

312a, 312cに同氧位であるが任意のレベルの4 3A~313Cの配線パターン312bが接地され、各 支持部313A~313C毎に独立して、配線パターン [0206] 本実施の形態では、例えば、各支持部31 位を印加できるようになっている。

3a, 363c (+V1) と中間板310 (0V) との 間、中間板310 (0A) と板ばね部324のជ極とし 接続関係が構築されていることから、板ばね即314の **電極としてのAI膜362a,362c(+V1)と基** [0207] 今、支持部313Aにおいて、配扱パター ン312bの配位を0V、配線パターン312a, 31 2 cの程位を+V1にしたとすると、前述した程気的な V)との間、板ばね部315のជ極としてのA1膜36 てのA1膜366a,366c(+V1)との間、及 板1上の電極としてのA1膜320a, 320c (0

板ばね部315と中間板310との間に第2の砂粒力が 作用し、中国板310と板ばね部324との間に第3の 静電力が作用し、板ばね部325とミラー2との間に第 れ電位差(電圧)+V1が印加される。したがって、板 4の静電力が作用する。なお、図24及び図26におい び、板ばね部325の電極としてのA1膜367a, 3 67 c (+V1) とミラー (OV) との間には、それぞ ばね部314と基板1との間に第1の静電力が作用し、 て、静電力が作用する箇所を示す思い矢印を付してい [0208] これらの静電力により、前記第13の実施 の形態の場合と回接に各板ばね部314,315,32 4.325が阿羅の狭い部分から原次引き寄せられてい き、支持部313Aが変形していき、静電力と板ばね部 314, 315, 324, 325のパネカ (復元力) お 本実施の形態では、前述した各対向電極となる部分間の 位置関係及び面積がほぼ同一に設定されているので、前 たがって、国籍の抜い部分から風次引き寄せられていく 均衡すると、支持即313Aの変形が停止する。 なお、 記第1乃至第4の静電力の大きさはほぼ同じである。 様子も4ヶ所でほぼ阿茲になる。

20

【0209】本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記算7の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、替うま

することができる。したがって、本実施の形質では、低 電力でミラー2を駆動する(すなわち、傾ける)ことが できる。さらに、本実施の形態によれば、前記第1乃至 第4の静電力の大きさはほぼ同じであるので、同隔の狭 い部分から順次引き寄せられていく様子も4ヶ所でほぼ **阿様になることから、接続部10g,10b,10cに** [0210] 本実施の形値によっても、前記第11の値 上の危機4a~4cとミラー2との間で静乱力が作用す る前記第11の実施の形態に比べて、配極関距離を狭く 前述した第1乃至第4の静電力が作用するので、基板1 様と同様の利点が得られる。また、本実施の形態では、 対する負担がほとんどなくなる。

9

しても、ミラー2が上下動するのみで、傾かない。この ミラー2を1つの支持部で支持すると、駆動信号を供給 傾かせるときには支持部を2つ以上、ミラー2を3次元 【0211】なお、本実施の形態のような支持部の構造 を採用する場合、図8に示す第5の実施の形態のように ため、ミラー2を傾かせる場合、ミラー2を1次元的に 的に傾かせろときには支持部を3つ以上、設けろことが

[0212] [第15の実施の形態]

図27において、一部の財業については想像様で示 よるミラーデバイスの単位素子の、下側(基板1側)の 部分を模式的に示す概略平面図であり、図29乃至図3 回)の部分(ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面 図であり、図29乃至図31中のP-Q矢視図に相当し ている。図29は、図27及び図28中のX5-X6袋 に沿った概略断面図である。図30は、図27及び図2 8中の0-A袋 (図20中の0-A袋に対応) に沿った 頓略斯面図である。図31は、図27及び図28中のX [0213] 図27は、本発明の第15の実施の形態に している。図28は、本発明の第15の実施の形態によ るミラーデバイスの単位素子の、上側(基板1と反対 1中のM-N矢視図に相当している。図面表記の便宜

[0214] 図27乃至図31において、図20及び図 2.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 7 - X8様に沿った散點を用図らせる。 し、その重複する説明は省略する。

40

的に絶縁された配線パターン412a、412b及び基 【0215】本実施の形態が、前記第13の実施の形態 **換えられている点と、基板1上の全面に渡りSiN等の** 絶縁膜411が形成され、絶縁膜411上に互いに電気 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図27乃至図3 1に示す支持部413Aで置き換えられ、図20中の支 持部3B, 3Cが図27乃至図31に示す支持部413 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き

5点のみである。支持部413Aは薄膜弾性構造体を構 板1回の電極としてのA1版420などが形成されてい

英権の形態では中国板310を用いているのに対し、本 5、ミラー2を傾動させるための駆動力としての静電力 を板ばれ部に作用させる点で共通するが、前記第14の [0216] 本実施の形態も前記第14の実施の形態 長施の形態は中間板310を用いないものである。

1の実施の形態によるミラーデバイスの支持部93Aと 同様の構造を基本構造とし、これに板ばね部の並列的な 機械的接続構造も取り入れ、この構造を、ミラー2を傾 助させるための駆動力としての静電力を各板ばね部40 1~408のうちの所定のものに作用させるように、構 [0217] 支持部413Aは、図17に示す前記第1 **成したものである。**

[0218] 2つの板ばね節401,402と2つの板 ばね部403,404とは機械的に並列的に接続され、 2つの板ばね部405,406と2つの板ばね部40

俊統部433,435はそれぞれ図17中の接続部18 6に対応し、接続部437,439はそれぞれ図17中 7.408とは機械的に並列的に接続されているが、2 3,404は図17中の板ばね部184,185にそれ ぞれ対応し、2つの板ばね節405,406及び2つの 195にそれぞれ対応し、並列的な機械的接続関係を除 くその他の機械的な接続関係、A1膜とSiN膜との上 **F関係、反り具合、長さの設定などは同様である。**脚部 の接続部196に対応し、接続部104,10eはそれ 版ばね部407,408は図17中の板ばね部194, 431,432はそれぞれ図17中の阿部9に対応し、 つの板ばね部401,402及び2つの板ばね部40 ぞれ図17中の接続部10に対応している。

と上側のA1膜452とが積層された2層の薄膜で構成 れている。A1版452は、即的431においてSIN [0219] 板ばね部401は、下側のSiN膜451 されている。A1膜452は、これを有する板ばね節4 0 1に静電力を作用させるための電極となっている。即 第431は、板ばね部401を構成するSiN膜451 及びAI膜452がそのまま延びることによって構成さ 膜451に形成された関ロを介して配線パターン412 a に
型気的に接続されている。

いるので、図27ではその連結した1つのSiN膜を符 と、後述する板ばわ節402, 403, 404のSiN **咦454, 455, 458と、後述する接続部441を** 蔣成するSiN膜は、連続した1つのSiN膜となって [0220] なお、板ばね部401のSiN膜451 号498で示している。

02に静電力を作用させるための電極となっている。接 [0221] 板ばね部402は、下側のA1膜453と 上回のSiN膜454とが積層された2層の薄膜で構成 されている。A1膜453は、これを有する板ばね師4

続節433はA1膜452,453が重なり合った部分 となっており、接続部433においてS i N膜498に **形成された関ロ434を介して、A1談452,453** 間が和気的に接続されている。

においてSiN膜455に形成された関ロを介して配線 [0222] 板ばね部403は、下回のSiN膜455 と上回のA1度456とが積層された2層の薄膜で構成 されている。即部432は、板ばね部403を構成する Sin膜455及びAi膜456がそのま主延びること によって構成されている。A1膜456は、即部432 パターン4126に電気的に接続されている。

2

[0223] 板ばね部404は、下側のA1膜457と 上旬のSiN膜458とが積層された2層の薄膜で構成 されている。AI膜457は、これを有する板ばね部4 0.4に静電力を作用させるための電極となっている。接 統部435はA1膜456,457が重なり合った部分 となっており、後続節435においてSiN膜498に 形成された開口436を介して、A1段456,457 間が和気的に接続されている。

[0224] 板ばね節402における接続節433と反 対回の端部と、板ばね部404における接続部435と 反対側の幅部とは、接続部441により機械的に接続さ れている。接続部441は、板ばね部402を構成する SiN膜454及び板ばね節404を構成するSiN膜 458がそのまま延びることによって、平板状に構成さ れている。接続部441の全周に渡って立ち下がり部4 418が形成され、これにより技校部441の剛性が高

と上側のA1膜462とが積層された2層の薄膜で構成 [0225] 板ばわ部405は、下回のSiN膜461 されている。A1膜462は、これを有する板ばね師4 と、後述する板ばね節406,407,408のSiN 膜464, 465, 468と、接続即442を構成する で、図28ではその連続した1つのSiN膜を存号49 Sin膜は、連続した1つのSin膜となっているの [0226] なお、板ばね部405のSiN膜461 0.5に静電力を作用させるための電極となっている。

30

上側のSiN膜464とが積層された2層の薄膜で構成 i N頃499に形成された関ロ438を介して、A1段 されている。接続部437はA1膜462,463が重 なり合った部分となっており、接続部437においてS [0227] 板ばね部406は、下側のA1膜463と 462, 463周が4気的に接続されている。

9で示している。

\$

定され、ミラー2は、A1膜463に電気的に接続され [0228] 接続即104は、SiN膜464に形成し た開口を介して、板ばね部406のA1膜463上に<u>固</u> 08が有する位極としてのAI膜467との間に静電力 ている。これにより、ミラー2は、後述する板ばね部4 を生じさせるជ極として、兼用されている。

特別2003-5102

82

と上頃のA1段466とが復居された2層の薄膜で構成 [0229] 板ばね部407は、下回のSiN膜465 されている。AIG466は、これを有する板ばね部4 0.7に静電力を作用させるための電極となっている。

08に静電力を作用させるための電極となっている。接 となっており、接続部439においてSiN限499に 上回のSiN膜468とが積層された2層の薄膜で構成 **成部439はA1膜466,467が重なり合った部分** 形成された閉口440を介して、A1段466,467 [0230] 板ばね邸408は、下側のA I 膜467と されている。AI膜467は、これを有する板ばね部4 面が私気的に接続されている。

68によって、板ばね節408のA1段467に対して [0231] 接続部10eは、板ばね部408のSiN 頃468上に固定されており、ミラー2は、SiN膜4 和気的に指縁されている。 [0232] 板ばね師405における接続部437と反 れている。接続節442は、板ばね節405を構成する SiN膜461及び板ばね部407を構成するSiN膜 465がそのまま延びることによって、平板状に構成さ れている。接続部442の全周に減って立ち下がり部4 42aが形成され、これにより後統節442の剛性が高 対意の経部と、仮ばね時407における被校時439と 反対回の場部とは、接続節442により機械的に接続さ められている。

20

けて対向するように、後統部441と接続部442との・ [0233] 接続部441と接続部442とが開隔をあ 町は、接続部443,444により機械的に接続されて いる。接続節443は、接続節442を構成するSiN 膜及び板ばね節407を構成するA1膜466がそのま における接続節443の箇所には、板ばね節402を構 成するA1膜453が延在している。接続節443にお 6、453周が祖気的に接続されている。接続部444 は、接続節442を構成するSiN膜及び板ばね節40 6を構成するAI膜462がそのまま延びろことによっ て、構成されている。接続第441における後続第44 が延在している。接続第444においてSiN膜に形成 された国口を介して、AI貸462,457回が配気的 4の箇所には、板ばね部404を構成するA1膜457 ま延びろことによって、構成されている。接続部441 いてSin膜に形成された関ロを介して、AII 146

頃452の下方における対向協所には、基板1上の絶縁 膜411上に、A1膜452との間にそれぞれ静電力を 生じさせるជ権部としての、A1限420が形成されて いる。AI膜420は、因示しない配線パターンを介し て、配扱パターン4125に対して個気的に接続されて 【0234】また、板ばね部401の低極としてのAl に接続されている。

[0235] 以上の説明からわかるように、配録パター

467が電気的に接続されており、これらが同電位とな 5. これとは私気的に独立して、配級パターン412b に対して、A1膜456, 457, 462, 463、ミ ラー2及びA1膜420が配気的に接続されており、こ ン412aに対して、A1膜452, 453, 466, れらが同種位となる。

れ互いに独立して、任意のレベルの和圧 (すなわち、駆 ン412 aと配線パターン412 bとの間には、それぞ 【0236】各支特部413A∼413Cの配線パター 動信号)を印加できるようになっている。

3A~413Cの配線パターン412bが接地され、各 [0237] 本実施の形値では、例えば、各支持部41 支持部413A~413C年に独立して、配級パターン 412aに任意のレベルの電位を印加できるようになっ

のA1膜452 (+V2) と基板1上の電極としてのA 1膜420 (0V) との間、板ばね節402の電極とし してのA1膜462 (0V) との間、板ばね部404の **電極としてのA1膜457 (0V)と板ばね部407の 電極としてのA1膜466 (+V2) との間、及び、板** ばね節408の電極としてのA1膜467 (+V2)と ミラー (0V) との間には、それぞれ電位差(電圧)+ を+V2にしたとすると、前述した塩気的な接続関係が てのA1膜453 (+V2) と板ばね部405の電極と ン412bの電位をOV、配線パターン412aの配位 格築されていることから、板ばね部401の電極として [0238] 今、支持部413Aにおいて、配級パター V2が印加される。

間に第1の静電力が作用し、板ばね部402と板ばね部 [0239] したがって、板ばね部401と基板1との と板ばね部407との間に第3の静電力が作用し、板ば 405との間に第2の静位力が作用し、板ばね部404 る。なお、図29及び図30において、静乱力が作用す ね節408とミラー2との間に第4の静電力が作用す る箇所を示す黒い矢印を付している。

静電力と板ばね節401~408のパネカ(復元力)が [0240] これらの静電力により、前記第13の実施 均衡すると、支持部413Aの変形が停止する。このと わ節401と板ばわ節403、板ばわ節405と板ばわ の形態の場合と同様に各板ばね部401,402,40 4, 405, 407, 408が間隔の狭い部分から順次 き、前述した機械的な接続関係から、同じ塔層において 互いに並列な関係にある一対の板ばね部(例えば、板ば 邸407など)は、同じように変形するので、支持即4 引き寄せられていき、支持部413Aが変形していき、 13Aが大きくなれたり歪んだりするようなことはな

6

20 ば、電極部453と電極部462の位置関係と電極部4 【0241】本実施の形態では、前述した各対向電極と なる部分間の位置関係が必ずしも同一ではない(例え

が、各板ばね部の幅を調整して対向電極となる部分の面 同様に、静電力による接続部付近での板はね部の変形の 債を適宜調整すれば、前記第14の実施の形態の場合と 52と基板1上の電極420との位置関係は異なる) 大態をほぼ同じにすることは可能である。 [0242] 本実施の形態によるミテーデバイスが、哲 記算7の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、言うま

上のជ極4 a ~4 c とミラー2 との間で静電力が作用す することができる。したがって、本実施の形態では、低 私力でミラー2を駆動する(すなわち、傾ける)ことが 【0243】本実施の形態によっても、前記第11の態 **前述した第1乃至第4の静電力が作用するので、基板1** る前記第11の実施の形態に比べて、紅極間距離を狭く **様と同様の利点が得られる。また、本実施の形態では、**

[0244] さらに、本実施の形態によれば、静電力に よる技統部付近での板ばね部の変形の状態をほぼ同じに することも可能であるので、接続即10d, 10eに対 する負担をほとんどなくすことも可能である。

よるミラーデバイスの単位素子の、下颌 (基板1㎞)の ている。図33は、本発用の第16の実施の形態による 9-X10に沿った概略断面図及び図32及び図33中 -となる。. 図32及び図33中のX11-X12に沿 【0246】図32は、本発明の第16の実施の形態に 部分を模式的に示す概略平面図であり、図27に対応し の部分(ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面図で あり、図28に対応している。図32及び図33中のX のX15-X16様に沿った斑駱幣回図は、図29と回 った概略断面図及び図32及び図33中のX13-X1 4 様に治った散路を周図は、図30と同一となる。図3 ミラーデバイスの単位素子の、上側(基板1と反対側) 2及び図33中の0-A袋 (図20中の0-A袋に対 応) に沿った概略的面図は、図31と同一となる。 [0245] [第16の実施の形態]

[0241] 図32及び図33において、図21乃至図 3.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き こ、基板1上の全面に渡りSiN等の絶縁膜411が形 成され、絶縁膜411上に互いに電気的に絶縁された配 殺パターン412a, 412b及び基板1側の電極とし 【0248】本実施の形態が、前記第13の実施の形態 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図32及び図3 3に示す支持部513Aで置き換えられ、図20中の支 寺部3B,3Cが図32及び図33に示す支持部513 てのA1膜420などが形成されている点のみである。 換えられている点と、前記第15の実施の形倣と同様

[0249] 本実施の形態では、支持部513Aは、図 3.2及び図3.3中のO-A袋に沿って切断したときその **一方側部分が、図27乃至図31に示す支持部413A** と実質的に同一の構造を持ち、他方側部分が、図27乃 至図31に示す支持部413Aの筑像体と実質的に同-の構造を持っている。

08に捻れ等が生ずる可能性を否めないが、本実施の形 [0250] 本実施の形態によっても、前記第15の実 **施の形態と同様の利点を得ることができる。また、前記** 版では、対称性を持っているので、そのはれ等が生ずる 可能性を払拭することができる。さらに、本実施の形態 では、其ん中の板ばね部403, 404, 408, 40 7の幅を、両側の板ばね部401,402,405,4 静電力による接続部付近での板ばね部の変形の状態をほ ぼ同じにすることができ、接続節104,10eに対す 有15の実施の形態では、変形時に板ばね部401~4 06の幅に対して相対的に適宜調整することによって、 **る**負担をほとんどなくすことができる。

2級に沿った棋略所面図である。図37は、図34及び 40は、図34及び図35中のY1-Y2段に沿った概 る。図38は、図34及び図35中のX25-X26級 5中のX27-X28様に沿った斑點断面図がある。図 [0252] 図34は、本発用の第17の実施の形態に よるミラーデバイスの単位素子の、下切 (基板1筒)の 部分を模式的に示す概略平面図であり、図36乃至図3 上、図34において、一部の取業については想像級で示 している。図35は、本発明の第17の実施の形態によ 国)の部分(ミラー2を除く)を模式的に示す既略平面 図であり、図36乃至図39中のT-U矢視図に相当し ている。因36は、因34及び囚35中のX21-X2 に治った概略断面図である。図39は、図34及び図3 9中のR-S矢視図に相当している。図面表記の便宜 るミラーデパイスの単位素子の、上側(基板1と反対 図35中のX23-X24様に芯った取馬を担図かも [0251] [第17の実施の形態] 略断面図である。

[0253] 図34乃至図40において、図20及び図 2.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。 \$

[0254] 本実施の形態が、前記第13の実施の形態 絶縁膜611が形成され、絶縁膜611上に互いに重気 的に絶縁された配線パターン612a~612d及び基 板1回の紅摘としてのA1膜620a, 620b, 62 0に示す支持部613Aで置き換えられ、図20中の支 換えられている点と、基板1上の全面に渡りSiN等の 0 dなどが形成されている点のみである。支持部613 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図34乃至図4 持部3B, 3Cが図34乃至図40に示す支持部613 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ配き Aは薄膜弾性構造体を構成している。

特開2003-5102 9.3.Aと同様の構造を持ち、この構造を、ミラー2を模 1, 615, 624, 625に作用させるように、交形 前記第11の実施の形態によるミラーデバイスの支持部 [0255] 支持師613Aは、 基本的に囚17に示す **协させるための駆動力としての静電力を各板ばね邸61** (54)

5にそれぞれ対応しており、機械的な接続関係、A1段 とSiN膜との上下関係、反り具合、長さの設定などは 25の各一部を構成する各A1度が極方向に4分割され 4つの耳筒 8~9 d、図17中の放松筒 186に対応 **する4つの接続部646a~646d、囚17中の接続 同様である。A1賤は導位住浦膜である。阿者が主とし** て異なる所は、各板ばね節614, 615, 624, 6 ている点と、これに伴い、図17中の時間9に対応する [0256] 板ばね部614, 615, 624, 625 は、図17中の板ばね部184, 185, 194, 19 及び、図17中の接続部10に対応する4つの接続部1 節196に対応する4つの接続部656m~656d、 0a~10dが設けられている点と、板ばね部615,

と上側の4分割されたAI膜662a~662dとが積 **骨された2層 (ただし、A1膜662a~662dが形** [0258] 脚部9aは、板ばね部614を構成するS においてSiN膜661に形成された開口を介して配線 パターン612aに個気的に接続されている。即即9b 5. A1膜662bは、脚部9bにおいてSiN膜66 1に形成された国口を介して配扱パターン6125に名 気的に接続されている。即即9 c は、板ばね部6 1 4を 構成するSiN膜661及びA1膜662cがそのまま は、即即9cにおいてSiN限661に形成された国口 を介して配扱パターン612cに加気的に接続されてい 5。即即9dは、板ばね即614を構成するSiN膜6 61及びA1膜662dがそのまま延びろことによって 構成されている。A1段6624は、関節94において SiN段661に形成された周口を介して配扱パターン i N膜661及びA1膜662aがそのまま延びること によって構成されている。A1限662aは、即即9a は、板ばね部614を構成するSiN膜661及びAl 膜6625がそのまま延びろことによって構成されてい [0257] 板ばね部614は、下図のSiNUG61 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 **延びることによって構成されている。A1段662c** 624の猛部国士の接続の点である。 6 1 2 d に 和気的に接続されている。

これらを有する板ばね部614に静電力を作用させるた めの電極となっている。 AI苡662cは、ミラー2の 配位を所定配位にするための単なる配扱パターンとなっ [0259] AILE662a, 662b, 662dt.

と、後述する板ばね部615のSin限664と、後述 [0260] なお、板ばわぶ614のSin限661

支持部513Aは薄膜弾性構造体を構成している。

する接続部696を構成するSiN膜は、連続した1つ のSiN膜となっているので、図34かはその道統した 1つの8 i N膜を符号605で示している。

A1膜6624,663dが重なり合った部分となって 接続部646mはA1膜662m, 663mが近なり合 膜605に形成された関口647aを介して、A1膜6 6466はA1膜662b, 663bが重なり合った部 分となっており、接続即646bにおいてSiN膜60 り,6635間が亀気的に接続されている。接続部64 なっており、接続部646cにおいてSiN膜605に 形成された開口647cを介して、A1膜662c, 6 63 c 間が和気的に接続されている。接続部646 dは おり、接続部6464においてSiN膜605に形成さ れた頃口647dを介して、AI膜662d,663d [0261] 板ばね部615は、下回の4分割されたA | 膜663a~663dと上回のSiN膜664とが程 届された2層(ただし、AI膜663a~663dが形 った部分となっており、接続部646aにおいてSIN 62 m, 663 m間が電気的に接続されている。接続部 6cはA1膜662c, 663cが重なり合った部分と 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 5に形成された関口647bを介して、A1膜662 間が亀気的に接続されている。

これらを有する板ばね部615に静電力を作用させるた めの電極となっている。A1膜663cは、ミラー2を [0262] A1膜663a, 663b, 663dは、 所定電位にするための単なる配級パターンとなってい

6464と反対側の端部には、接続部696が機械的に 接続されている。接続即696は、板ばね即615を構 **【0263】板ばね部615における接続部646a~** 平板状に構成されている。接続部696の全周に渡って 立ち下がり部696aが形成され、これにより接続部6 成するSiN膜664がそのまま延びることによって、 96の剛性が高められている。

A1膜666a, 666b, 666dは、これらを有す っている。A1膜666cは、ミラー2の電位を所定電 と上側の4分割されたAI膜666a~666dとが積 **届された2層(ただし、A1膜666a~666dが形** る板ばね節624に静電力を作用させるための電極とな [0264] 板ばね部624は、下側のSiN膜665 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 位にするための単なる配線パターンとなっている。

っている。AI膜667cは、ミラー2の電位を所定電 る板ばね部625に静電力を作用させるための電極とな 1 膜6 6 7 a ~6 6 7 d と上側のSiN膜668とが積 届された2層 (ただし、A1膜667a~667dが形 A1膜667a, 667b, 667dは、これらを有す [0265] 板ばね部625は、下側の4分割されたA 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。

位にするための単なる配扱パターンとなっている。

[0266] 接続部656aはA1膜666a, 667 a が重なり合った部分となっており、抜続部656gに おいてSiN蒑605に形成された関ロ657aを介し て、A1膜666a,667a間が電気的に接続されて いる。接続部6566はA1膜6666,667bが重 なり合った部分となっており、接続師656bにおいて SiN膜605に形成された関ロ657bを介して、A 接続部656cはA1膜666c, 667cが重なり合 った部分となっており、接続部656cにおいてSiN 膜605に形成された関ロ657cを介して、A1膜6 66c,667c囲が電気的に接続されている。接続部 656dはA1膜666d, 667dが重なり合った部 分となっており、接続師656dにおいてSiN膜60 1 膜 6 6 6 b , 6 6 7 b 岡が電気的に接続されている。 5に形成された関ロ657dを介して、A1膜666 d, 667 d 回が電気的に接続されている。

は、SiN膜668に形成した関ロを介して、板ばね部 【0267】接続部10a, 10b, 10dは、板ばね り、ミラー2は、SIN膜668によって、板ばね部6 25のA1膜667a, 667b, 667dに対してそ 625のA1膜667c上に固定され、ミラー2は、A ミラー2は、板ばね部625が有する電極としてのAI 膜667a,667b,667dとの間に静電力を生じ 1 膜667 cに盆気的に接続されている。これにより、 部625のSiN膜668上にそれぞれ固定されてお れぞれ**私気的に絶縁されている。一方、接続**部10c させるជ極として、兼用されている。

接続されている。接続部697は、板ばね部624を構 平板状に構成されている。接続部697の全周に渡って 立ち下がり部697aが形成され、これにより接続部6 [0268]板ばね部624における接続部656a∼ 656dと反対図の猛部には、抜荒部697が張抜的に 成するSiN膜665がそのまま延びることによって、 97の阿枯が痛められている。

30

けて対向するように、技能部696と接続部697との いる。接続部681は、接続部697を構成するSiN 膜及び板ばね部624を構成するA1膜666mがその まま延びることによって、構成されている。接続即69 [0269] 接続部696と接続部697とが間隔をあ 6における接続部681の箇所には、板ばれ部615を 構成するA1膜663bが延在している。接続部681 間は、接続部681~684により機械的に接続されて においてSIN膜に形成された閉口を介して、AI膜6 66a、663b間が電気的に接続されている。

[0270] 接続部682は、接続部697を構成する 15を構成するA1膜663cが延在している。接続部 SiN膜及び板ばね部624を構成するA1膜666c 第696における接続第682の箇所には、板ばね節6

20

68

682においてSiN膜に形成された関ロを介して、A

1膜6666,663に間が電気的に接続されている。

[0271] 接続節683は、接続節697を構成する SiN膜及び板ばね部624を構成するAI膜666b がそのまま延びることによって、構成されている。接続 節696における接続節683の箇所には、板ばわ節6 15を構成するA1膜663a,663dが延在してい る。接続部683においてSiN膜に形成された閉口を

特別2003-5102

に第2の静電力が作用する。さらに、板置ね部625の 6205, 6204との間にそれぞれ私位差V3が印加 されて、板ばね部614と基板1との間に第1の静電力 a, 666b, 666dとの間にそれぞれ電位差2V3 が印加されて、板ばね部615と板ばね部624との阿 が作用する。また、板ばね部615のA1膜663a, 6636, 6634と坂江和部624のA1段666

A1版667a, 667b, 661dとミラー2との開 にそれぞれ電位差V3が印加されて、板ばね師625と

ミラー2との間に第3の静電力が作用する。

1膜666a, 666b, 666dとの間の距離は、前 第2の静電力がその2倍の電位差2 V 3 によるものであ 各板ばね部614, 615, 624, 625に作用する [0277] ところで、囚36乃至囚38からもわかる 膜620a, 620b, 620dとの間の距離と、板ば 6674とミラー2との間の距離とは、ほぼ等しい。そ **663b, 663dと板ばね邸624の配権としてのA** 記距離のほぼ2倍である。ところが、前記第1及び第3 の静電力が電位器V3によるものであるのに対し、前記 静電力はほぼ等しくなり、その結果、ミラー2の接続部 して、板ばね邸615のជ隆としてのA1段663a. るため、距離の効果と単位並による効果とが相殺され、 ね邸625の位権としてのA1以667a, 667b, a, 662b, 662dと基板1上の電極としてのA 第1万至第3の静電力はほぼ等しくなる。したがって、 ように、板ばね部614の塩種としてのA1段662

20

a, 6625, 662dとの間にそれぞれ静電力を生じ

させる電極部としての、A1膜620a, 620b, 6 20 dがそれぞれ形成されている。 A 1 膜620 a, 6 て、配級パターン612cに対して個気的に接続されて [0274] 以上の説用からわかるように、配扱パター ン612a, 612dに対して、A1膜662a, 66

20b,620dは、図示しない配扱パターンを介し

膜662a, 662b, 662dの下方における対向陸

所には、基板1上の絶縁膜611上に、A1膜662

[0273] また、板ばね部614の配権としてのAl

1膜6664,6635間が電気的に接続されている。

15を構成するA1膜663bが延在している。梭桃部 684においてSiN膜に形成された関ロを介して、A

[0272] 接続部684は、接続部697を構成する SiN膜及び板ばね部624を構成するA1膜666d がそのまま延びることによって、構成されている。接続 **節696における接続節684の箇所には、板ばね部6**

的に接続されている。

介して、A1膜666b, 663a, 663d間が祖気

[0278] したがって、本実施の形態によれば、向記 10 a ~ 10 d に対する負担はほとんどなくなる。

[0280] 図19は、本発明の第18の実施の形態に 第14の実施の形態と同様の利点が得られる。 よる光スイッチを示す概略構成図である。 [0279] [第18の実施の形態]

的に接続されており、これらが同種位となる。これとは

3a, 662d, 663d, 667b, 666bが孤気 **和気的に独立して、配扱パターン6126に対して、A** 1MX662b, 663b, 666a, 667a, 666 d. 667 dが和気的に接続されており、これらが同年 612cに対して、A1膜662c, 663c, 666 a, 620b, 620dが電気的に接続されており、こ

た第1乃至第17の実施の形態のいずれかであるミラー デバイス200を含み、2次元配置された複数の光入力 用光ファイバ201から出針された光を複数の光出力用 【0281】本実施の形態による光スイッチは、前述し 光ファイバ202のいずれかに入射させる。

位となる。これらとは私気的に独立して、配線パターン

c, 667c、ミラー2及び基板1上のA1膜620

て、複数の光入力用光ファイバ201とミラーデバイス 【0282】複数の光入力用光ファイバ201から出射 された光は、ミラーデバイス200の各業子のミラー2 へそれぞれ入射される。その入射のために、必要に応じ 200との巨にアンズ母の光学茶を配置したもよい。

級パターン612cを基準 (0V) として、それぞれ正

ン612a (及び612d) と配線パターン612bに は、支持部613A~613C年に互いに独立して、配 角の任意のレベルの基位を印加することができるように

[0275] 各支持部613A~613Cの配扱パター

れらが同気位となる。

数を指令する制御信号に応じて、各業子の電極としての ミラー2とជ掻4a, 4b, 4cとの同に駆動信号 (本 実施の形質では、電位差)が与えられ、この駆動信号に より応じた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体に対 して傾く。その結果、ミラー2で反射された後の光の進 行方向が傾向され、数当する臨所の光出力用光ファイベ [0283] ミラーデパイス200は、光路切り換え状

なっている。

202~入射される。図19において、P1はある光入

8

a, 662b, 662dと基板1上のA1膜620a,

【図9】本発用の第6の実施の形態によるミラーデバイ スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。 スの単位素子を模式的に示す概略断面図である。 【図10】本発明の第6の実施の形態によるミラーデバ イスの製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す概略断 田図 である。

【0284】本実施の形態によれば、前述した第1乃至

力用光ファイバ202~入射される出力光を示してる。

第12の実施の形態のいずれかであるミラーデバイス2 00が用いられているので、入力光路と同数のミラー2 で多くの出力光路に切り換えることができ、例えば、1

力用光ファイパ201からある素子のミラー2〜入射さ れる入力光、P2は当該ミラー2で反射されてある光出 【図11】本発明の第7の実施の形態によるミラーデバ 、スの単位素子を模式的に示す概略断面図である。

【図12】図11中のEーF矢視図である。

0

め、前述した従来のMEMS技術を利用した機械式光ス 勿論、ミラー2を利用して光路を切り換えるので、電子

イッチに比べて、小型化及び量産性が大幅に向上する。

000個のミラー2で1000個の入力光路を1000 本実施の形態によれば、ミラー2の数が少なくてすむた

個の出力光路に切り換えることができる。したがって、

イスの製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す概略断 【図13】本発明の第7の実施の形態によるミラーデバ 面図である。 [図14] 本発用の第8の実施の形態によるミラーデバ イスの単位素子の支持部を模式的に示す機略平面図であ

> 式光スイッチに比べて、挿入損失やクロストークなどの [0285]以上、本発明の各実施の形態について説明 したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるもの

光学特性に優れている。

[図15] 本発明の第9の実施の形態によるミラーデバ イスの単位素子の支持部を模式的に示す概略平面図であ 【図16】図16は、本発明の第10の実施の形態によ るミラーデバイスの単位素子の支持部を模式的に示す概 20

[0286]例えば、前述した各実施の形態では、支持 機構が複数の支持部を有する場合、これらの支持部が全

ではない。

[図17] 本発明の第11の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の支持部を模式的に示す概略断面図で 略形面図である。

【0287】また、本発明による薄膜弾性構造体の用途

造を有している必要はない。

に、本発明によるミラーデバイスの用途は、光スイッチ

に限定されるものではない。

[0288]

は、ミラーデバイスに限定されるものではない。さら

て同じ構造を有していたが、各支持部は必ずしも同じ構

[図18] 本発明の第12の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の支持部を模式的に示す概略平面図で 【図19】本発明の第13の実施の形態による光スイッ チを示す概略構成図である。

[図20] 本発明の第13の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子を模式的に示す概略平面図である。 30

学特性を保ちながら、小型化及び鼠産性をより一層向上

させることができる光スイッチを提供することができ

【0289】また、本発明は、このような光スイッチな どに適したミラーデバイス並びに薄膜弾性構造体及びそ

の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

ミラーを利用して光路を切り換えることにより優れた光

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

【図21】図20中のO-A後に沿った麒蛄斯回図であ

パイスの単位素子の、中間板及びそれより下側の部分を 【図22】本発明の第14の実施の形態によるミラーデ 模式的に示す概略平面図である。 パイスの単位素子の、中間板より上側の部分を模式的に 示す粧路平面図である。

【図23】本発明の第14の実施の形態によるミラーデ

【図1】本発明の第1の実施の形態によるミラーデバイ

スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。

【図24】 図22及び図23中のX1-X2級に沿った 既略斯面図である。

9

【図4】図4は、本発明の第1の実施の形態によるミラ ーデバイスの製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す

【図2】図1中のO-A級に沿った概略が面図である。 【図3】図1中の〇一口袋に売った煎秸を洒図かある。 [図25] 図22及び図23中の0-A級に沿った短略 所面図である。

ペイスの単位茶子の、下側の部分を模式的に示す観略平 [図26] 図22及び図23中のX3-X4級に沿った 【図27】本発明の第15の実施の形態によるミラーデ 気略断層図である。

> [図6] 本発明の第3の実施の形態によるミラーデバイ 【図1】本発明の第4の実施の形態によるミラーデバイ

スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。 スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態によるミラーデバイ

散點を返回区である。

スの単位素子を模式的に示す質略平面図である。

[図28] 本発明の第15の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、上回の部分を模式的に示す概略平

2

【図8】本発明の第5の実施の形態によるミラーデバイ

面図である。

【図29】図27及び図28中のX5-X6線に沿った

[図30] 図27及び図28中のO−A線 (図20中の O-A級に対応) に治った数略を用図である。 気略断面図である。

[図31] 図27及び図28中のX7-X8級に拾った

既略新西図である。

【図32】本発明の第16の実施の形態によるミラーデ ペイスの単位素子の、下回 (基板1個) の部分を模式的 に示す觀略平面図である。

[図33] 本発明の第16の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、上側の部分を模式的に示す概略平 面図である。 [図34] 本発明の第17の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、下側の部分を模式的に示す概略平 [図35] 本発明の第17の実施の形態によるミラーデ

パイスの単位素子の、上側の部分を模式的に示す観略平

20 [図36] 図34及び図35中のX21-X22級に沿

[四]

z

(38)

特国2003-5102

[図38] 図34及び図35中のX25-X26数に沿 【図31】図34及び図35中のX23-X24段に沿 った数略を層回いせる。 った奴略を国因される。

[図39] 図34及び図35中のX27-X28線に沿 った鼓略を西図である。 った質略を用図である。

【図40】図34及び図35中のY 1 -Y 2線に沿った 既略を旧図らせる。

[存号の説明] 2

五芸校

3A, 3B, 3C 支持部 2 : 5-

4A, 4B, 4C 配極

5 板ばわ部

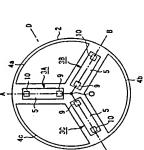
11111

10 接税部

200 ミラーデバイス

201 光入力用光ファイバ

[図2]



0

[25]

[<u>M</u>3]

-27-

-30-

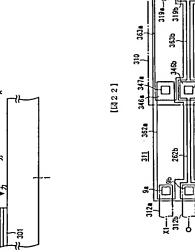
-- 53--

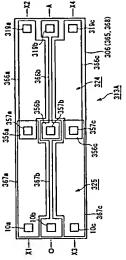
特開2003-5102

(3)

[2] [2]

[図13]





3564 3574 367

[⊠23]

[图19]

305 (361, 364)

12-

[図18]

8

중. ₫.

9, 10

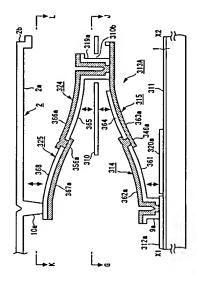
[図17]

-35-

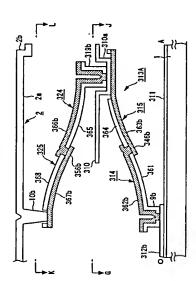
(34)

(33)

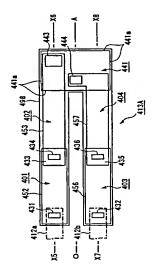
[図24]



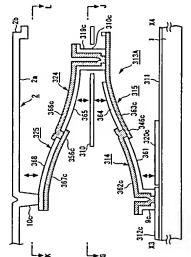
[図25]



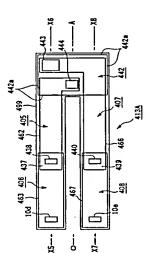
[🖾 2 7]



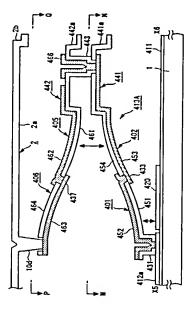
[226]



[図28]



[⊠29]



-33-

-34-

(36)

[図32]

457

432 456 403

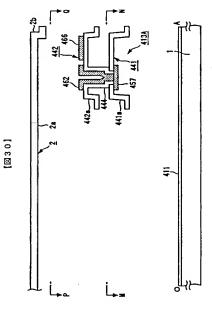
흵

X13 --- 412a

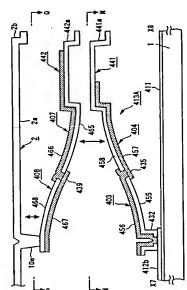
[

特開2003-5102





[図31]



[🖾 3 3]

